الملوثات الطبيعية والصناعية

(المصادر - التأثيرات البيئية - وسائل التحكم والمكافحة)

أحمد السروى



ISO 9002
المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية

الملوثـــات
الطبيعية والصناعية

(المصادر – التأثيرات البيئية – وسائل التحكم والمكافحة)

أحمد السروي

الناشر
المكتبة الاكاديمية
شركة مساهمة مصرية
٢٠١١

بطاقة فهرسة الكتاب:

السروى، أحمد.
الملوثات الطبيعية والصناعية: المصادر، التأثيرات البيئية، وسائل التحكم والمكافحة/ أحمد السروى . – ط١ . – الجيزة: المكتبة الأكاديمية، ٢٠١١.
٣٥٤ ص؛ ٢٤سم.
تدمك: ٩ – ٤٥٣ – ٢٨١ – ٩٧٧ – ٩٧٨
١ - تلوث البيئة
٢ - التلوث – مكافحة
٣ - التلوث – أجهزة التحكم
أ – العنوان ٦١٤,٧١

رقم الإيداع: ٢٢٧٤٣/ ٢٠١٠

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠١١م- ١٤٣٢هـ

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية
رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة
القاهرة - جمهورية مصر العربية
تليفون : ٣٣٣٦٨٢٨٨ - ٣٧٤٨٥٢٨٢ (٢٠٢)
فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى
ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ ﴾

الروم: ٤١

إهداء

إلى أبي وأمي اللذين كانا سببًا في وجـودي ولم يدخرا جهدًا في إسعادي، وأدين لهما بكـل فـضل في حياتي بعد الله سبحانه وتعالي، وأتمنى لهـما مـن قلبي موفور الصحة والعافية

وإلى كل من يحب العلم ويعمل على نشره من اجل رفعة امتنا العربية والإسلامية .

أهدي هذا الكتاب

المؤلف

مقدمة الكتاب

جعل الله سبحانه وتعالى من الأرض محورا لحياة الإنسان فعليها يولد وعلى أرضها ومائها وسمائها يمارس كل أنشطته، وجعل الله حياة الإنسان تسير في نسق كوني عظيم، فأمد الله الأرض بكل ما يحتاجه الإنسان من نبات وحيوان، وأدار الحياة على الكرة الأرضية في توازن وتناسق ينطق بعظمة الخالق جل وعلا، وتجسدت المعجزة الإلهية الكبرى في تجدد الحياة في دورات متتابعة متكاملة.

قبل نشأة الإنسان كانت تغطي سطح الأرض تربة خصبة في كثير من المناطق تكسوها أشجار مثمرة، وكانت قشرة الأرض تحوي عروق الفحم وحقول البترول والتكوينات المعدنية المختلفة، وكانت الشمس ترسل أشعتها ناشرة الدفء والحياة على الأرض، والأمطار تسقط هنا وهناك والأنهار والجداول تفيض بالماء النقي الذي يصلح لحياة كل الكائنات . فالكون بلا إنسان يعد كونا بلا موارد لان الموارد مرتبطة بالإنسان وحاجاته، فكل عناصر البيئة الطبيعية المختلفة ليست بموارد .ولا تصبح موارد إلا إذا استخدمها الإنسان لخدمته وسد حاجاته .

وتعتبر الموارد محصلة التفاعل بين الإنسان والبيئة، وهي مهمة لسد حاجاته الأساسية، فهي نقطة البداية في العملية الاقتصادية التي يترتب عليها تحويل عناصر البيئة الطبيعية إلى موارد .

ومن هنا تأتي العلاقات المتشابكة بين السكان والموارد والبيئة، فأدى السباق بين السكان والموارد إلى الإخلال بالتوازن البيئي. حيث برزت المشاكل البيئية كخطر يهدد بقاء الإنسان .

ومما سبق فان مشكلة التلوث البيئي باتت تؤرق فكر المصلحين والعلماء والعقلاء وتقض مضاجعهم، فبدءوا يدقون نواقيس الخطر، ويدعون لوقف أو الحد من هذا التلوث الذي تتعرض له البيئة نتيجة للنهضة الصناعية والتقدم التكنولوجي في هذا العصر، فالتلوث مشكلة عالمية لا تعترف بالحدود السياسية لذلك حظيت باهتمام دولي؛ لأنها فرضت نفسها فرضاً، ولان التصدي لها يجاوز حدود وإمكانيات التحرك الفردي لمواجهة هذا الخطر المخيف،والحق أن الأخطار البيئية لا تقل خطراً عن النزاعات والحروب والأمراض الفتاكة إن لم تزد عليها.

فالتلوث إذن هو كل ما يؤثر في جميع العناصر البيئية بما فيها من نبات وحيوان وإنسان، وكذلك كل ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل الهواء والتربة والبحيرات والبحار وغيرها .

وأصبح تلوث البيئة ظاهرة نحس بها جميعاً فلم تعد البيئة قادرة على تجديد مواردها الطبيعية واختل التوازن بين عناصرها المختلفة ، ولم تعد هذه العناصر قادرة على تحليل مخلفات الإنسان أو استهلاك النفايات الناتجة من نشاطاته المختلفة، وأصبح جو المدن ملوثا بالدخان المتصاعد من عوادم السيارات وبالغازات المتصاعدة من مداخن المصانع ومحطات القوى، وقد تلوثت التربة الزراعية نتيجة الاستعمال المكثف للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية ،وحتى الكائنات الحية لم تخل من هذا التلوث.

من هذا المنطلق فإنني أقدم العرض التالي في صورة كتاب يعرض الجوانب النظرية والتطبيقية لبعض المشكلات البيئية متناولاً الملوثات البيئية المختلفة الطبيعية والصناعية من حيث مصادر تولدها وانبعاثها وأثرها على الإنسان والكائنات الحية والبيئة من حولها ووسائل التحكم فيها والحد منها ومكافحتها، بالإضافة إلى التقنيات الفنية لحماية البيئة من التلوث.

وقد تم إعداد الكتاب في خمسة فصول، وهي كالآتي :

الفصل الأول : التلوث البيئي والملوثات

الفصل الثاني : الملوثات البيئية الطبيعية

الفصل الثالث : الملوثات البيئية الصناعية

الفصل الرابع : صور مهمة من الملوثات البيئية

الفصل الخامس : حماية البيئة من التلوث

الفصل الأول وهو يتحدث عن التلوث البيئي والملوثات البيئية المختلفة، فيتناول التعريف الشامل له، وتصنيف الملوثات البيئية من حيث المصدر والنوع ودرجة التلوث، وأنواع التلوث طبقا لطبيعة مصدر التلوث وطبيعة تأثيره.

الفصل الثاني وهو يتحدث عن الملوثات البيئية **الطبيعية** شارحًا المصادر الطبيعية للتلوث البيئي مثل التلوث الطبيعي للهواء، والتلوث الطبيعي للمياه، والتلوث الطبيعي للتربة من حيث المصدر والتأثير، وكيفية التقليل من أثر التلوث بالملوثات **الطبيعية** وكيفية التعامل مع الكوارث الطبيعية وسبل الوقاية منها والتقليل من مخاطرها.

الفصل الثالث وهو يتناول الملوثات البيئية **الصناعية** مثل التلوث البيئي الناتج عن مصادر الطاقة التقليدية كالفحم والبترول والغاز الطبيعي ، والملوثات البيئية المتولدة عن المنشأت الصناعية والانبعاثات الضارة المتولدة عنها مثل الصرف السائل والانبعاثات الغازية والمخلفات الصلبة ووسائل التحكم والسيطرة علي التلوث الصناعي ، وتناول هذا الباب أيضًا موضوعًا هامًّا: التلوث الناشيء عن احتراق الوقود في وسائل النقل والمواصلات والوسائل المتبعة للتحكم فيه ومكافحته.

الفصل الرابع وهو يتناول صورًا مهمة من التلوث بالملوثات البيئية من حيث المصدر والتأثير وكيفية التحكم مثل التلوث بالمواد البلاستيكية، وتلوث البيئة بالعناصر الثقيلة، والتلوث بالملوثات العضوية الثابتة والمواد السامة الأخرى، والتلوث البيئي بالنفط والتلوث بالمواد المشعة، مع استعراض دورة هذه الملوثات داخل البيئة والتقنيات الحديثة لمعالجتها والسيطرة عليها.

الفصل الخامس وهو خاص التحكم في التلوث البيئي وهو يتناول بالشرح حماية البيئة من التلوث، ووسائل هذه الحماية ،ومنظومة مكافحة التلوث، وآليات حماية البيئة من التلوث وصيانة الموارد الطبيعية وحماية كل من البيئة المائية والهواء من التلوث كأحد أهم عمليات المحافظة على البيئة. والمراقبة البيئية والرصد البيئي ودورهما في مكافحة التلوث البيئي.

ونأمل الآن أن نكون قد ألقينا ضوءًا على الهدف الذي من أجله اخترنا أن نكتب في موضوع الملوثات البيئية الطبيعية والصناعية .. إنه دعوة يجدد الإنسان من خلالها موقعه ودوره في البيئة .. بل إنه دعوة للمشاركة المستنيرة في تسيير دفة الحياة في السفينة التي نحيا فيها كلنا ..إنها دعوة إلى فكر بيئي جديد نتغير فيه من أجل البيئة ولا نكتفي بإحداث التغير فيها، فالتعايش مع البيئة أصبح اليوم ضرورة للبقاء والاستمرار.

وليس لنا بديل معقول سوى أن نعمل جميعا لنجعل منه بيئة نستطيع نحن وأطفالنا أن نعيش فيها حياة كاملة وآمنة. فالبيئة بمكوناتها هي نعمة الله للإنسان وعليه أن يحصل على رزقه ويمارس علاقاته دون إتلاف وإفساد ، مصداقا لقوله تعالى ﴿ كُلُواْ وَٱشْرَبُواْ مِن رِّزْقِ ٱللَّهِ وَلَا تَعْثَوْاْ فِي ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٦٠﴾ ﴾ البقرة: ٦٠ صدق الله العظيم

أحمد السروي

الفصل الأول

التلوث البيئى والملوثات

١. البيئة كمفهوم

١-١. مقدمة عن التلوث البيئي

١-٢. التعريف الشامل للتلوث

١-٣. تصنيف الملوثات البيئية

١-٣-١. أنواع التلوث

١-٣-٢. أنواع التلوث طبقًا لطبيعة وجود التلوث وطبيعة تأثيره

١-٣-٣. درجات التلوث

الفصل الأول

التلوث البيئى والملوثات

البيئة كمفهوم :

في السنوات الأخيرة شاع استخدام لفظة البيئة وكثيرًا ما أفرط الناس في استخدامها، فكثيرا ما نسمع البيئة الثقافية والبيئة الاجتماعية والبيئة الحضرية والبيئة المائية وبيئة العمل ...... إلى آخره من الاستخدامات الشائعة، حتى يظن البعض أن هذه الكلمة ترتبط بجميع أوجه الحياة.

وبالرغم من ذلك، فإن المفهوم الدقيق لهذه الكلمة لايزال غامضا للكثيرين، لاسيما أنه ليس هناك تعريف واحد محدد يبين ماهية البيئة، ويحدد مجالاتها المتعددة .

كما قد يقصد بالبيئة مجازيا أولئك الناس الذين يعيشون فيها. كما يمكن أن يعني بالبيئة كافة المخلوقات والأشياء التي تشاركنا المواضع والأماكن التي نعيش فيها، كالحيوانات والنباتات والهواء والماء والصخور .

أما البيئة في المعاجم الإنجليزية (Environment) فهي تعني مجموعة العوامل والظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير في حياة الكائنات (بما فيها الإنسان) كما يمكن تعريف البيئة بأنها الوسط أو المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي أو غيره من المخلوقات، وهي تشكل في معناها مجموعة الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقائه وداوم حياته. والبيئة لفظ دارج شائع الاستخدام يرتبط مفهومها بنوع العلاقة بينها وبين المستفيد منها من الكائنات الحية، فرحم الأم بيئة كما أن البيت بيئة ، واليابسة والأنهار والبحار بيئة ، والأزهار والأشجار بيئة وكل ما يحيط بالكائن الحي ويستمد منه ضرورات حياته بيئة .

أما البيئة بمفهومها الواسع، فيمكن تقسيمها إلى الأقسام التالية :

١ - البيئة الطبيعية.

٢ - البيئة الصناعية.

٣- البيئة الاجتماعية.

٤- البيئة الاقتصادية.

٥- البيئة الجمالية.

١- البيئة الطبيعية وتتضمن كلاً من :

أ- الأرض بما في ذلك

- الشكل الخارجي لسطح الأرض.
- التربة (مكوناتها – خصائصها المختلفة- مواردها الحية وغير الحية)
- التكوين الجيولوجي بما في ذلك من المياه الجوفية والمحتوى المعدني .

ب – المسطحات المائية (بما في ذلك من بحار ومحيطات وأنهار وبحيرات)، وما تحويه من كائنات حية.

جـ- الغطاء النباتي (حجمه ونوعيته وكثافته) والحيوانات البرية.

د- المناخ(الأمطار والرياح واتجاهاتها وشدتها - معدلات الحرارة- الرطوبة وغيرها).

٢-البيئة الصناعية وتشتمل على:

أ – استعمالات الأراضي المحيطة .

- نوعية الاستعمال (سكني – صناعي – تجاري – خدمات) .
- الكثافة السكانية في المناطق.
- نوع المباني (ارتفاعها – تصميمها) وكثافتها .

ب- البنية التحتية والخدمات العامة :

- إمدادات المياه من حيث النوعية والكمية .
- إدارة النفايات الصلبة والسائلة .
- تصريف مياه الأمطار والمجاري .
- مصادر الطاقة المستخدمة (فحم حجري- كهرباء- طاقة ذرية- نفط خام – غاز طبيعي - طاقة رياح- طاقة شمسية) .
- الخدمات العامة (النقل – الطرق – أماكن انتظار السيارات- المطارات)

جـ- مستوي تلوث الهواء :

- نوع وحجم الملوثات الهوائية.
- الظروف الخاصة بالموقع (المناخ السائد – التضاريس ...).
- مصادر تلوث الهواء في المنطقة.
- مدى ودرجة انتشار الملوثات الهوائية.

د- على مستوى تلوث المياه

- مصادر المياه الجوفية والسطحية في المنطقة ونوعيتها .
- استعمال ونقل المبيدات والأسمدة وأنواعها .
- طرق صرف ومعالجة المياه المستخدمة وإعادة الاستخدام والتدوير.
- طرق ومناطق معالجة النفايات الصلبة.

هـ - على مستوى الضوضاء :

- مصادر الضوضاء في المنطقة (حركة السير-مطارات- سكة حديد- طرق برية).
- كثافة ونوع مصادر الضوضاء في المنطقة.
- مدى تأثير الضوضاء على البيئة المحيطة .

٣- البيئة الاجتماعية وتشتمل علي :

أ- الخدمات الاجتماعية العامة، ومنها:

- مواقع المدارس ومعدل استيعابها وأنواعها.
- المتنزهات والخدمات التثقيفية والترفيهية .
- الخدمات الصحية – الدفاع المدني – الشرطة .

ب- مناطق العمل والتجارة.

جـ- الخصائص الاجتماعية للسكان:

- أماكن تجمعهم ونشاطهم وإدارتهم .
- كثافة السكان وتوزعهم.
- ظروف الإسكان.

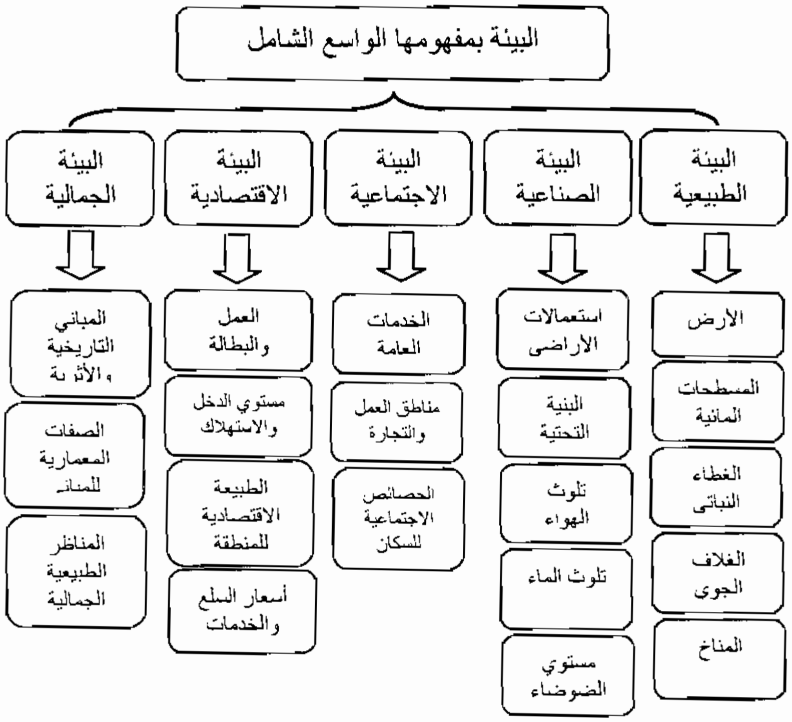
٤- البيئة الاقتصادية وتشتمل على :

- العمل والبطالة
- مستوى الدخل وطبيعة ونوعية الاستهلاك .
- الطبيعة الاقتصادية للمنطقة .
- اسعار السلع والخدمات .

٥- البيئة الجمالية وتشمل :

- المباني التاريخية والأثرية وأماكن التراث الوطني .
- الصفات المعمارية للمباني .
- المناظر الطبيعية الجميلة .

ويشكل المحيط أو الإطار الحيوي الذي تعيش وتتفاعل فيه الكائنات الحية المختلفة نظاما متوازنا يتكون من تداخل أو تفاعل أغلفة الكرة الأرضية ، وهي الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري وغلاف التربة.



١-١. مقدمة عن التلوث البيئي

أصبحت مشكلة تلوث البيئة خطرًا يهدد الجنس البشرى بالزوال بل يهدد حياة كل الكائنات الحية من حيوانات ونباتات ولقد برزت هذه المشكلة نتيجة للتقدم التكنولوجي والصناعي والحضاري للإنسان ويشمل تلوث البيئة كلا من البر والبحر وطبقة الهواء التي فوقها وهو ما أشار إلية القران الكريم في قوله بسم الله الرحمن الرحيم «ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون»؛ فأصبحت الكرة الأرضية اليوم مشغولة بهمومها وأصبح كوكبنا مشوهًا، فالدفء ألهب ظهورنا وتغيرات المناخ تهدد جوها ،والمبيدات أفسدت أرضها ، والصناعات مزقت

أوزانها / والقطع الجائر للأشجار نحر غابتها،وهـدد حيواناتهـا، والسكان لوثوا مياهها، وهكذا بات كوكبنا محتاجا إلى كوكب آخر لكي نبدأ فيه وننشئْ حضارة جديدة نظيفة .

مفهوم تلوث البيئة CONCEPT OF POLLUTION

هو عبارة عن الحالة القائمة فَي البيئة الناتجة عن التغيرات المستحدثة فيها والتي تسبب للإنسان الإزعاج أو الأمراض أو الضرر أو الوفاة بطريقة مباشرة ، أو عن طريق الإخلال بالأنظمة البيئة وتعرف مسببات التلوث بالملوثات وتعرف الملوثات بأنها المواد أو الميكروبات التي تلحق الضرر بالإنسان أو تسبب الأمراض أو تودي به إلى الإحلال، والتعريف الحديث للتلوث يشمل: كل ما يؤثر على جميع عناصر الحياة بما فيها من نبات وحيوان وإنسان وكذلك ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل (الهواء والتربة والبحيرات والبحار).

وأيضًا يعرف التلوث بأنه أي تغير يؤدي إلى حدوث خلل في دورات المواد الطبيعية الموجودة في الأرض أو خلل في تدفقات الطاقة المتداخلة مع دورات المواد والمتفاعلة معها.

ولقد صدق من قال إن الإنسان بدأ حياته على الأرض، وهو يحاول أن يحمى نفسه من غوائل الطبيعية وانتهى به الأمر بعد آلاف السنين وهو يحاول أن يحمى الطبيعة من نفسه.

١-٢. التعريف الشامل للتلوث

التعريف الشامل للتلوث يشمل كل النقاط التالية :

- أي تغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير ضار على الهواء أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة.

- هو تدمير أو تشويه النقاء الطبيعي لكائنات حية أو لجمادات بفعل عوامل خارجية منقولة عن طريق الجو أو المياه او التربة.

- هو كل تغيير كمي أو كيفي في مكونات البيئة الحية أو غير الحية، لا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها.

- هو كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار تلك الموارد.

- هو إدخال إي مادة غير مألوفة إلى أي من الأوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغيير في نوعية وخواص تلك الأوساط.

إدخال مواد أو طاقة بواسطة الإنسان سواء بطريق مباشر أو غير مباشر إلى البيئة بحيث تترتب عليها آثارة ضارة، من شأنها أن تهدد الصحة الإنسانية، أو تضر بالموارد الحية أو بالنظم البيئية، أو تنال من قيم التمتع بالبيئة أو تعوق الأستخدامات الأخرى المشروعة لها.

أنواع التلوث ذات الاهتمام الدولي [*]

أ-النوع الأول :

هو الذي يطلق عليه اسم "التلوث عبر الحدود" وهذا النوع يكون مصدر التلوث في إحدى الدول التي ينتج عنه أضرار تعبر حدود دولة المصدر إلى إقليم دولة أخرى، وينتج عنها أضرار بهذا الإقليم، والتلوث عبر الحدود قد ينتقل من إقليم دولة إلى أخرى عبر الهواء والمياه سواءً مياه انهار أو مياه بخار، وهذا النوع من التلوث، وكما هو واضح، يحتاج

(*) محمد إبراهيم حسن، البيئة والتلوث :دراسة تحليلية لأنواع البيئات ومظاهر التلوث، ص ٢٧،جامعة الإسكندرية- مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، ١٩٩٧م

إلى تعاون دولي لمنع أو لتقليل الأضرار الناتجة منه، وفي معظم الأحوال يتحمل الإقليم المصدر للتلوث تكاليف مكافحة أضرار التلوث في الأقاليم المجاورة .

ب-النوع الثاني :

من التلوث الذي يثير الاهتمام الدولي ، ذلك التلوث الذي يضر بالمناطق المعروفة باسم "المال العام" وهي المناطق الواقعة فيما وراء حدود الولاية الإقليمية للدولة، والتي تعتبر ملكيتها شائعة بين كافة الدول، ومثال هذه المناطق أعالي البحار، والفضاء الخارجي،والقطب الجنوبي للكرة الأرضية .

جـ-النوع الثالث :

من التلوث الذي يلقي عناية واهتمام دوليين هو ما يطلق عليه التلوث الضار "بالتراث الثقافي والطبيعي العالمي" ويهدف هذا الاهتمام إلى حماية بعض الأشياء الطبيعية والتي قام الإنسان بصنعها وتمثل قيمة عالمية كبرى من وجهة النظر الفنية العلمية تدفع المجتمع الدولي في أن يتحرك إما لحمايتها أو لإيقاف مصادر التلوث المؤثرة عليها، ولا شك أن كثيرًا من الدول قد تعاونت إيجابيًا في السماح للمجتمع الدولي بالتدخل والعمل داخل أراضيها سواءً، من خلال اتفاقيات الدول أو من خلال المنظمات الدولية كاليونسكو لإنقاذ التراث الثقافي والطبيعي العالمي من التلف أو الضرر وبما لا يمس سيادتها أو التدخل في شئونها الداخلية .

د-النوع الرابع :

هو عبارة عن تلوث محلي أو داخلي .. وهو تلوث يكون مصدره وآثاره الضارة داخل نفس الإقليم، وفي نفس الوقت نجد أن طبيعة الاهتمام بهذا التلوث لا تدخل في أي نوع من الأنواع الثلاثة السابقة، وقد يرجع الاهتمام الدولي بمثل هذا التلوث المحلي أو الداخلي إلى باعثين أساسيين : الأول إذا تطلب مواجهة هذا الكون اشتراك عدد من الدول أو المنظمات الدولية من خلال خبرائها الدوليين في مجال هذا النوع من التلوث، فالدول

الفقيرة لا يمكنها مواجهة كافة مصادر التلوث التي تؤثر بالضرر على بيئتها،ومن هنا يمكن أن تطلب مساعدة المجتمع الدولي فنيًا وماليًا.

أما الباعث الثاني في حالة التلوث الداخلي، إذا وصل إلى درجة تؤثر على حركة التجارة الدولية،ولن يقتصر الأمر على وضع قيود على البضائع القادمة من هذه الدول بل أنها ستمر على عدة اختبارات علمية وفنية لقياس مدى تلوثها مما يضيف تكاليف على أسعار هذه السلع، قد تؤدي إلى إخراجها من مجال المنافسة مع البضائع المشابهة، التي تنتجها دول أخرى لا تتعرض لنفس التلوث وأضراره.

١-٣. تصنيف الملوثات البيئية

يمكن تقسيم المواد الملوثة للبيئة تبعا لطبيعة المادة سواء من حيث التركيب الكيميائي أو حالة المادة، ويمكن تقسيمها وفقا للصفات الطبيعية والكيميائية للملوثات، أو تبعا للنظام البيئي المعرض للتلوث، أو وفقًا لمصدر التلوث أو نظام استخدام الملوث، أو التأثيرات الضارة للملوثات علي النظام البيئي .

أولاً : تقسيم الملوثات طبقا لطبيعتها Classification by nature

١ - التركيب الكيميائي :

- الملوثات العضوية مثل الهيدروكربونات والكيتونات والكحولات .
- الملوثات غير العضوية مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين والهالوجينات وعوامل الأكسدة .

٢ - الحالة الطبيعية للملوث :

- ملوثات غازية .
- ملوثات سائلة .
- ملوثات صلبة .

ثانيًا : تقسيم الملوثات طبقا لصفاتها Classification by Properties

١ - القابلية للذوبان في الماء والزيوت والدهون.

٢ - التحلل البيولوجي بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

٣- معدل الانتشار والتخفيف داخل المنظومات البيئية.

٤ - الثبات في الهواء والماء والتربة.

٥ - قابليتها للتفاعل مع غيرها من المواد.

ثالثًا : التقسيم تبعا لنوع النظام البيئي:

Classification by Sector of Environment

١ - ملوثات هوائية .

٢ - ملوثات مائية .

٣ - ملوثات التربة .

رابعًا : تقسيم الملوثات طبقا لمصدر التلوث Classification by Source :

١ - نواتج احتراق الوقود :

* مصادر منزلية .
* مصادر صناعية .
* مصادر زراعية .

٢- نواتج ذات أصول صناعية وتقسم وفقا لنوع الصناعة (مثل: صناعة البلاستيك والنسيج والأسمنت والأسمدة وصهر المعادن .....)

٣- نواتج خدمية ومنزلية، مثل: نفايات المعامل - نفايات المستشفيات-نفايات المنزل.

٤- نواتج ذات أصول زراعية، مثل: المخلفات الزراعية ومخلفات الماشية والحيوانات الزراعية - مخلفات الأسمدة العضوية ومتبقيات المبيدات .

٥- نواتج الأنشطة العسكرية والحربية .

٦- نواتج أنشطة الكائنات الدقيقة الحية كالبكتريا والفطريات والطحالب .

خامسا التقسيم تبعا لنمط الاستخدام Classification by Pattern of Use :

١.الاستخدامات في الصناعة مثل المواد الأولية – المذيبات – المثبتات – الملونات – المواد الحافظة – مواد التشحيم- المواد الملينة .

٢.الاستخدامات في المنزل والمستشفيات مثل المنظفات-مواد الطلاء – المطهرات – المبيدات الكيماوية المنزلية.

٣.الاستخدامات في الزراعة الأسمدة- المبيدات – المخصبات – المعقمات.

٤.الاستخدامات في النقل الوقود-مواد التشحيم -مواد الدهانات والجلفنة .

٥.الاستخدامات في الحروب .

سادساً : التقسيم تبعا للآثار الناتجة Classification by Effects :

١. ملوثات تؤثر على الإنسان .

٢. ملوثات تؤثر على الحيوان.

٣. ملوثات تؤثر على النبات.

٤ . ملوثات تؤثر على مكونات الجو مثل طبقة الأوزون.

٥. ملوثات تؤثر على العمليات الحيوية الطبيعية في الماء.

٦. ملوثات تؤثر على خواص التربة الطبيعية والكيميائية.

سابعًا : تقسيم التلوث تبعا لدرجة التلوث :

١ - التلوث المقبول.

٢ - التلوث الخطر.

٣ - التلوث المدمر .

كما يمكن تقسيم الملوثات على أساس خواص مكوناتها إلى الأقسام التالية :

١- ملوثات طبيعية.

٢- ملوثات صناعية.

٣- ملوثات فيزيائية.

٤- ملوثات كيميائية.

٥- ملوثات حيوية (بيولوجية).

١- ملوثات طبيعية

وهي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو، أو الفيضانات الشديدة الجارفة ، أو انتشار الأوبئة الميكروبية .

٢- ملوثات صناعية

وهي الملوثات التي استحدثها الإنسان من خلال نشاطه الصناعي، كالغازات والأبخرة والمواد الصلبة والصرف السائل المتولد من المصانع، وأيضًا المخلفات الناتجة من أنشطة الناس وحياتهم .

٣- ملوثات فيزيائية

كالضوضاء والإشعاع الذري والتلوث الحراري الذي ينتج من استخدام كميات كبيرة من مياه التبريد في محطات توليد القوي، ثم إعادتها إلى البيئة المائية مما يسبب تلوثًا حراريًا لتلك البيئات .

٤- ملوثات كيميائية

وهي المواد الكيميائية التي يتعامل معها الإنسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة والمنظفات الصناعية، والأسمدة الكيماوية، ونواتج الصناعات البترولية، وصناعات الغزل والنسيج ،وصناعات الحديد والصلب وغيرها .

٥- ملوثات حيوية (بيولوجية)

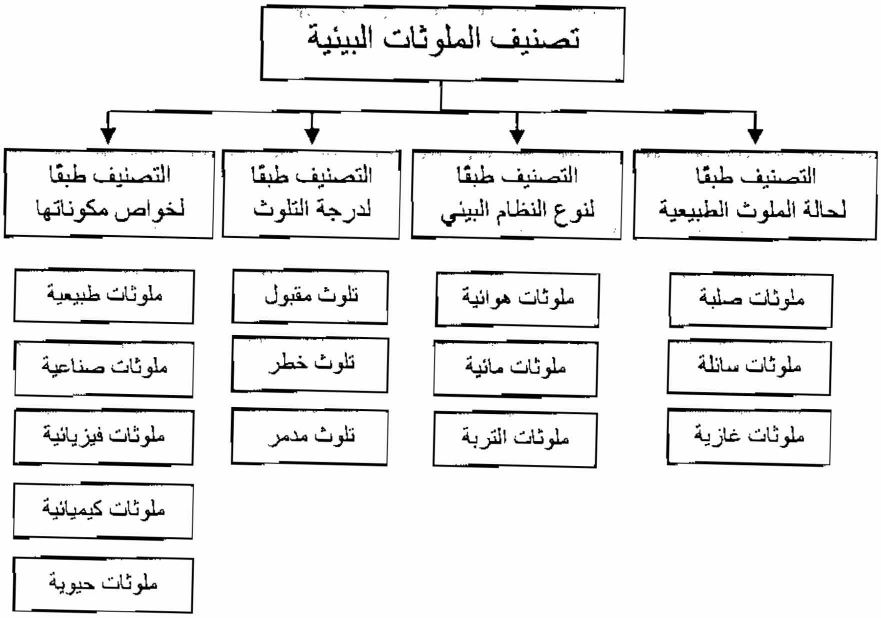
وهي الكائنات الحية التي تنتشر في البيئات المختلفة مسببة أضرارًا خطيرة بصحة الإنسان وزراعاته وحيواناته ومقتنياته المختلفة، وتشمل هذه الكائنات، الحية: البكتريا والفطريات والفيروسات والطفيليات والأنواع الأخرى من الكائنات الحية المختلفة التي تعد آفات صحية أو زراعية على الإنسان أو الحيوان أو النبات .

والنباتات المائية التى يتسرب إليها بعض المخصبات الكيميائية التى تستخدم فى تسميد التربة فتزيد من نموها بشكل انفجاري مسببا مشكلات عديدة للملاحة.

ثامنًا : تقسيم التلوث طبقا للآثار البيئية والصحية

يمكن تقسيم الملوثات طبقا لتأثيراتها على البيئة وعلى صحة الكائنات الحية إلى:

- عوامل ممرضة (مسببة للمرض)
- ملوثات مستنزفة للأكسجين الذائب.
- مغذيات نباتية
- ملوثات سامة غير عضوية
- كيماويات عضوية سامة
- مترسبات
- ملوثات حرارية
- ملوثات اشعاعية



شكل (١-١): مخطط يبين بعض التصنيفات المهمة للملوثات البيئية

وهناك نوعان آخران من الملوثات تم تصنيفهما طبقا لطبيعتهما وطبيعة انطلاقهما من المصادر وهما الملوثات الأولية والملوثات الثانوية.

الملوثات الأولية :

ويقصد بها الملوثات التي تنطلق من مصدر التلوث في صورة أولية، وتظل كما هي دون تغيير في خواصها الفيزيائية أو الكيميائية إلى أن تصل المكان الذي سيصيبه التلوث ، ومن أمثلتها ملوثات الهواء الأولية مثل أول وثاني أكسيد الكربون المنبعثة من الشاحنات والسيارات، وأكاسيد النتروجين ومعظم الهيدروكربونات المنبعثة من مداخن المصانع ومحطات القوى والمواد العالقة المنبعثة من حرق المخلفات.ويبين الجدول التالي أحد أهم الملوثات الأولية، وهي الملوثات الأولية للهواء مبينًا بعض خصائصها ومصادرها وتأثيراتها على الصحة .

جدول١ - ١

الملوثات الأولية للهواء

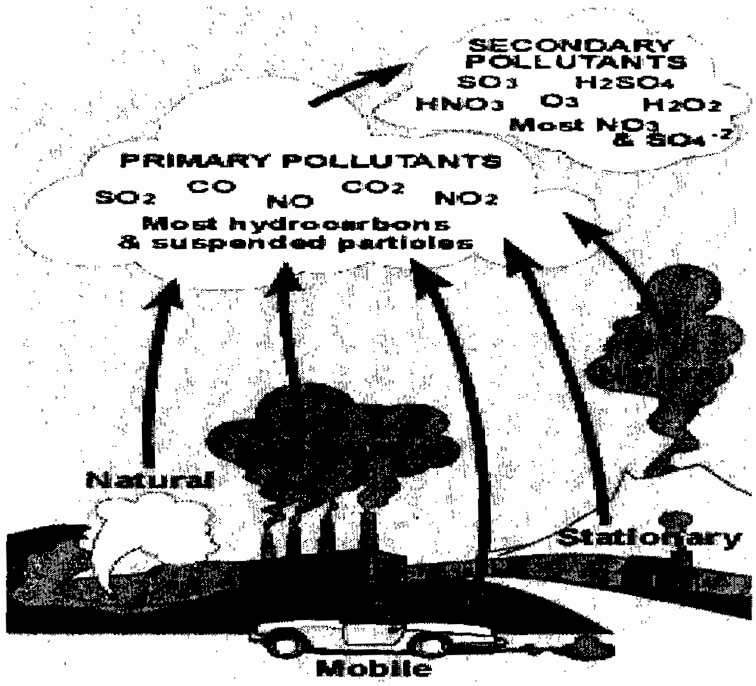
ملوثات الهواء	اهم الخصائص	المصادر الرئيسية	التأثير على الصحة
أول أكسيد الكربون	غاز عديم اللون أو الرائحة له قابلية شديدة للالتصاق بالهيموجلوبين في الدم.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى.	يتم امتصاصه عن طريق الرئة يعوق القدرات الذهنية والبدنية.
الرصاص	عنصر من العناصر الثقيلة، أملس، سهل التشكيل رمادي له خواص كيميائية فلزية يوجد في صورة تراب أو رذاذ أكسيد الرصاص.	التعرض المهني في مسابك المعادن، تصنيع المعادن، صناعة البطاريات وكذلك عادم السيارات التي تستخدم وقودًا معالجًا برابع اسيتات الرصاص.	يدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسي وجدران الجهاز الهضمي .يتراكم في أعضاء الجسم مسببًا أضرارًا عقلية وبدنية.
أكاسيد النيتروجين	خليط من الغازات تتراوح بين عديمة اللون والبني الأحمر	الاحتراق الثابت (محطات القوى مثلا) المصادر المتحركة والتفاعلات الجوية.	العامل الرئيسي في تكوين الضباب الفوتوكيميائي Smog وهناك صلة بينها وبين مشاكل التنفس وأمراض القلب.

الهيدروكربونات	مركبات عضوية في الحالة الغازية، مثل الميثان والإيثلين والاستيلين ومكونات أخرى تكون الضباب الفوتوكيميائي.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى.خاصة المواد العضوية	التعرض الحاد يسبب تهيج الأغشية الخاصة بالعين، والأنف والحنجرة. أما التعرض المزمن فيسبب السرطان.
الجسيمات	هي أي جسيمات صلبة أو سائلة منتشرة في الجو مثل التراب، الرماد، الضباب، الفلزات والمواد الكيميائية .ويتم تقسيمها حسب قطر الجسيم .والجسيمات :ما هو أكبر من ٥٠ ميكرون. أما الجسيمات الدقيقة فهي ما هو أقل من 3 ميكرون.	الاحتراق الثابت للوقود الصلب، العمليات الصناعية مثل الأسمنت وصناعة الصلب.	تأثيرات سامة أومضاعفة تأثيرات الملوثات الغازية، ومضاعفة أعراض إصابات الجهاز التنفسي والقلب.
ثاني أكسيد الكبريت	غاز عديم اللون رائحة نفاذة يتأكسد ليكون ثالث أكسيد الكبريت SO_3 وحمض الكبريتيك عند إذابته في الماء.	احتراق الكبريت الموجود في الوقود الحفري، تحميص الخام المحتوي على كبريت، بعض العمليات الكيميائية.	يصنف كمهيج متوسط للجهاز التنفسي، مسبب أساسي للأمطار الحمضية.

الملوثات الثانوية :

وهي تنشأ من الملوثات الأولية كنتيجة لتفاعل الملوثات الأولية مع عوامل معينة موجودة مثل تفاعل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين مع الماء لتنتج الأحماض مثل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك .

وأيضًا تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين فيتأكسد مكونا ثالث أكسيد الكبريت ،ويعد الأوزون وفوق أكسيد الهيدروجين من الملوثات الثانوية لأنها تنتج من ملوثات أولية نتيجة تفاعلات مع الأكسجين أو الماء أو غازات أخرى موجودة بالهواء. حيث ينتج الأوزون من التفاعل الضوئي للمواد العضوية المتطايرة في الجو مع أكسيد النيتروجين، حيث يتكون الأوزون وملوثات ثانوية أخرى. ولذلك يطلق على الملوثات الأولية التي تتفاعل لتنتج الأوزون لفظ البادئات أو الأسلاف Precursors . ويبين الشكل التالي الملوثات الأولية والثانوية للهواء:



شكل (١-٢) الملوثات الأولية والثانوية للهواء

كما قسم بعض العلماء الملوثات على أساس قابليتها للتحلل إلى الأقسام التالية:

١- ملوثات قابلة للتحلل.

٢- ملوثات بطيئة التحلل .

٢- ملوثات مقاومة للتحلل .

١- ملوثات قابلة للتحلل

وهي تشمل الملوثات التي تتحلل بسرعة داخل البيئة ومن أمثلتها المخلفات الأدمية السائلة، ويصبح هذا النوع من الملوثات ضارًا بالبيئة، عندما يفوق معدل تراكمها في البيئة معدل تحللها.

٢- ملوثات بطيئة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تتحلل ببطء شديد في البيئة مثل المبيدات المكلورة وبعض المنتجات البلاستيكية وعلب الألمونيوم وكثير من المركبات الكيميائية .

٢- ملوثات مقاومة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تقاوم التحلل داخل مختلف البيئات، مثل: بعض المركبات والخامات الكيميائية وبعض المواد المصنعة مثل أنواع معينة من المواد البلاستيكية .

تصنيف الملوثات طبقا لحالة الملوث الطبيعية

تنقسم الملوثات طبقًا لحالة الملوث الطبيعية إلى ثلاث حالات أو صور رئيسية هي الملوث الصلب والملوث السائل والملوث الغازي، أو يوجد في صورة منها مختلطة أو ذائبة مع صورة أخري (كمادة صلبة طافية علي سائل ، مثل ذوبان مادة صلبة في مادة سائلة أو ذوبان غاز في مادة سائلة). والجدول التالي يبين أنواع الملوثات طبقا للحالة الطبيعية للملوث.

جدول ١-٢

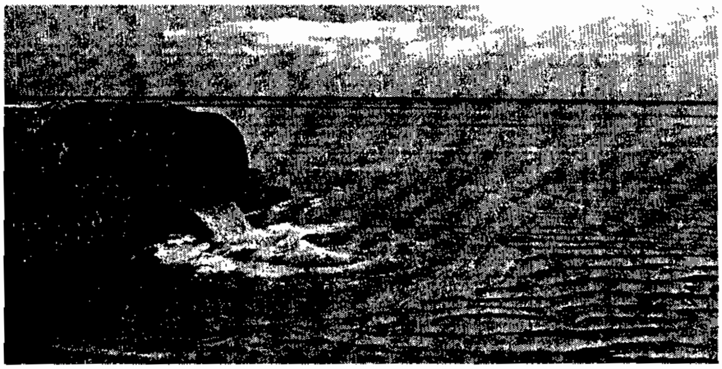
الحالة الرئيسية	الصورة المختلطة	الحالة تحت الرئيسية	مثال
الحالة الصلبة	صلب	عضوية	سكر
		غير عضوية	ملح
	صلب في سائل	عضوية	المخلفات الناتجة عن عمليات اعداد الغذاء
		غير عضوية	المخلفات الناتجة عن عمليات الطلاء الكهربي
	صلب في غاز	عضوية	الأيرسولات النباتية
		غير عضوية	جسيمات المتصاعدة من الحرق
الحالة السائلة	سائل	عضوية	الجازولين
		غير عضوية	حمض الهيدروكلوريك
	سائل في صلب	عضوية	النفايات
		غير عضوية	الخرسانة غير المعالجة
	سائل في غاز	عضوية	الرذاذ الهوائي العضوي
		غير عضوية	رذاذ الأملاح

الحالة الغازية	غاز	عضوية	التولوين
		غير عضوية	الهواء
	غاز في صلب	عضوية	الغازات الطافية
		غير عضوية	حوض تخزين الميثان
	غاز في سائل	عضوية	نواتج التحلل اللاهوائية
		غير عضوية	الهواء المذاب الطافي
المصدر Water Quality Control Handbook			

المصادر النقطية والمصادر غير النقطية للتلوث

- المصادر النقطية هي المصادر التي يمكن تحديد مصادرها ونقطة انطلاقها بدقة، وبالتالي يمكن الحد من الانبعاثات التي تنطلق منها أو معالجتها أو على الأقل يمكن رصدها وقياسها ومراقبة آثارها، فهناك المصدر الذي تنبعث منه بعض الملوثات من نقطة محددة، مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخًا في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا أيضًا بتلوث المصدر المحدود. ومن أمثلتها الملوثات التي تنطلق من مداخن المصانع أو مداخن محطات توليد الطاقة والغلايات والشعلات .

صورة لأحد المصادر النقطية للتلوث البيئي.



- أما المصادر اللانقطية فهي المصادر التي تنبعث منها الملوثات ولا يمكن تعيينها أو تحديد كمياتها بدقة. إن هذه المصادر محكمة الإغلاق وغير مصممة لانطلاق الانبعاثات منها، ومن أمثلتها الماء الجاري في المزارع الذي يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب .ويسمى هذا التلوث أيضًا بتلوث المصدر اللامحدود.

أمثلة للتلوث من مصادر نقطية :

أ– الانبعاثات الغازية من المداخن والغلايات في وحدات تكرير البترول .

ب– مياه الجريان السطحي المطرية والسيلية (Surface water).

جـ– مياه الصرف الصحي والفضلات المنزلية المصروفة من المجرور.

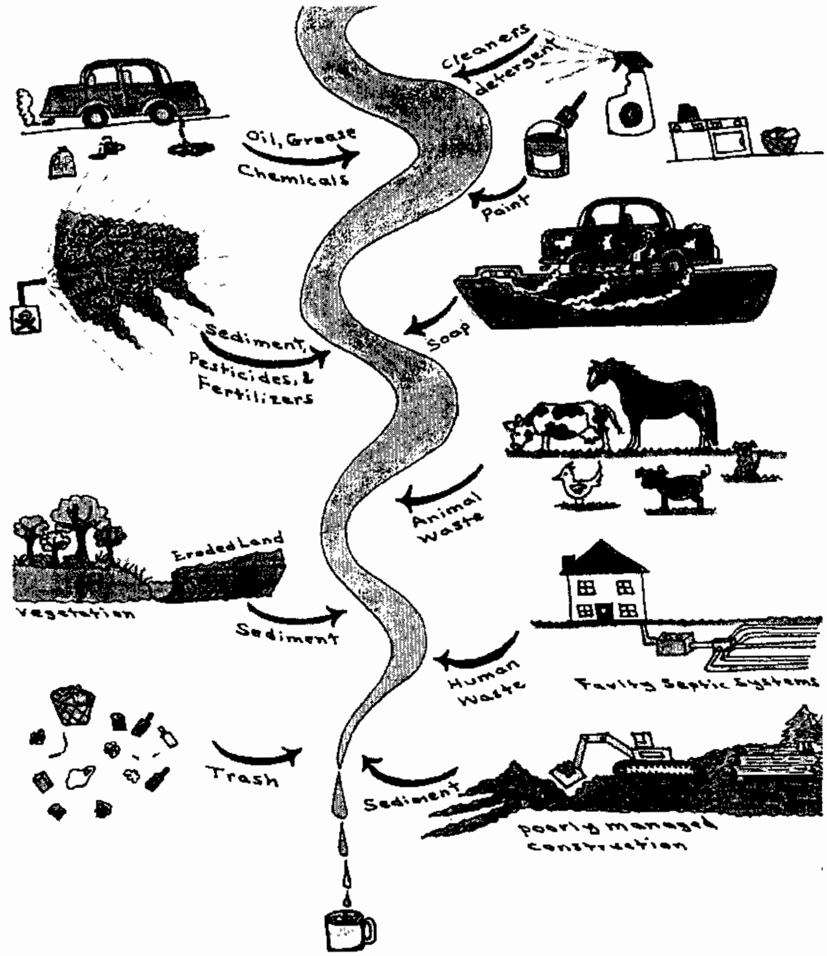
د– مياه الصرف الصناعية والمنشآت الخدمية والتجارية(ورش– منشآت صناعية – مشافي – فنادق – أماكن سياحية ...).

أمثلة للتلوث من مصادر غير نقطية (منتشرة) :

أ– مياه الجريان السطحي الناتج عن الزراعة (الأراضي الزراعية–تربية الحيوان) أو التصريف الزراعي.

ب– مياه التسرب والانصباب الناتجة عن تسرب مياه البحر إلى جيوب ومخزون المياه الجوفية. ويضاف إلى هذه المصادر التلوث الناتج عن الحفر الفنية والتلوثات الحرارية (التصريف الحراري) وما تلقى في تلك المياه من فضلات وبقايا ونفايات.

صورة لاحد أمثلة المصادر غير النقطية للتلوث المائي



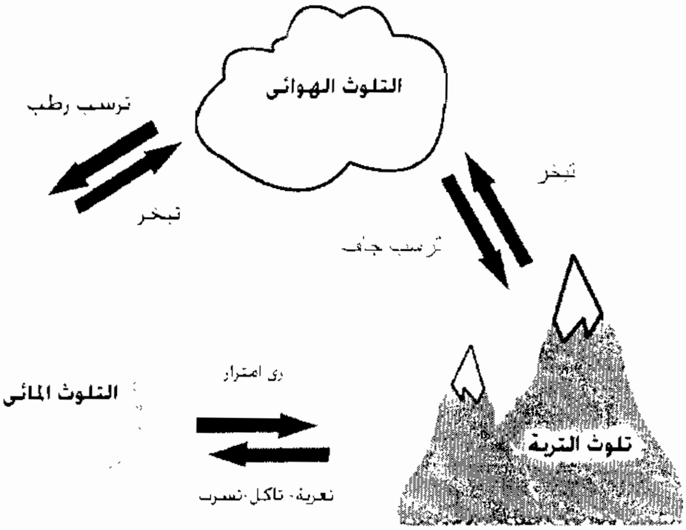
١-٣-١. أنواع التلوث

يمكن تقسيم التلوث نفسه حسب المكان الذي يصيبه التلوث وهو كالآتي :

١ - تلوث الهواء.

٢ - تلوث الماء .

٣ - تلوث التربة.



شكل (١-٤)مخطط يبين علاقة أنواع التلوث ببعضها.

١- تلوث الهواء Air Pollution

يصبح الهواء ملوثًا إذا حدث تغير في تركيبه ومكوناته الطبيعية أو دخلت عليه عناصر غريبة، سواء كانت هذه العناصر طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مثل الغازات أو الجسيمات أو الميكروبات ، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الأخرى أو الممتلكات الاقتصادية أو أحدثت خللاً بالنظام البيئي .

٢- تلوث الماء Water Pollution

يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوى علي مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الأخرى التي تستخدم الماء أو تتعامل معه أو أن

يؤدي هذا التلوث إلى إن يصبح الماء غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

٣.تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية مما يؤدي إلى التغير في التركيب الكيميائي أو الفيزيائي للتربة .

ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها، فهو يعتبر تلوثًا للتربة وإجهادًا لها . وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات أو مواد وأسمدة كيميائية أو أمطارًا حمضية ساقطة أو نفايات صناعية أو نفايات وفضلات منزلية أو النفايات المشعة.

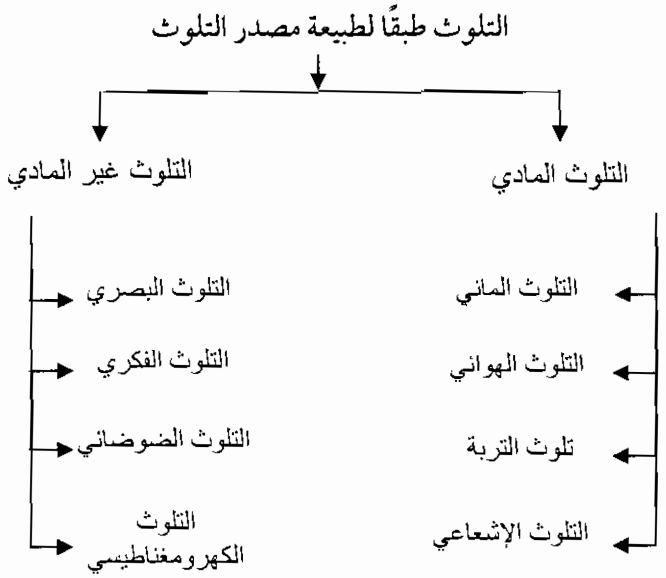
١-٣-٢. أنواع التلوث طبقا لطبيعة مصدر التلوث وطبيعة تأثيره

يمكن تقسيم التلوث طبقا لطبيعة مصدر التلوث وطبيعة تأثيره، فمصدر التلوث أما أن يكون مصدرًا ماديًا ملموس التأثير مثل التلوث المائي والاشعاعي ، وأما أن يكون تلوثا غير مادي ويطلق عليه التلوث المعنوي ، وللتلوث غير المادي تأثير واضح على الإنسان وعلى البيئة حوله مثل التلوث الضوضائي والتلوث الكهرومغناطيسي .

وعمومًا فإن إجمال كل من التلوث المادي والتلوث غير المادي يتمثل في الاتي:

* التلوث المادي ويشمل :
  ١ - التلوث المائي
  ٢ - التلوث الهوائي.
  ٣ - تلوث التربة.
  ٤ - التلوث الإشعاعي.
* التلوث غير المادي ويشمل:
  ١ - التلوث البصري.

٢ - التلوث الضوضائي.
٣ - التلوث الكهرومغناطيسي.
٤ - التلوث الفكري والاخلاقي .



شكل (١ - ٣) مخطط يبين تصنيف التلوث طبقًا لطبيعة مصدر التلوث.

١-٣-٢. درجات التلوث

نظرًا لأهمية التلوث وشموليته - يمكن تقسيم التلوث إلى ثلاث درجات متميزة، هي:

١- التلوث المقبول

لا تكاد تخلو منطقة ما من مناطق الكرة الأرضية من هذه الدرجة من التلوث، حيث لا توجد بيئة خالية تماما من التلوث؛ نظرًا لسهولة نقل التلوث بأنواعه المختلفة من مكان إلى آخر، سواء كان ذلك بواسطة العوامل المناخية أو البشرية. والتلوث المقبول هو درجة

من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظام الإيكولوجي ولا يكون مصحوبا بأي أخطار أو مشاكل بيئية رئيسية .

٢- التلوث الخطر

تعاني كثير من الدول الصناعية من التلوث الخطر والناتج بالدرجة الأولى من النشاط الصناعي وزيادة النشاط التعديني والاعتماد بشكل رئيسي على الفحم والبترول كمصدر للطاقة. وهذه المرحلة تعتبر مرحلة متقدمة من مراحل التلوث؛ حيث إن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج، والذي بدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية. وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية ويتم ذلك عن طريق معالجة التلوث الصناعي باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دوليًّا، أو عن طريق سن قوانين وتشريعات وضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث .

٣- التلوث المدمر

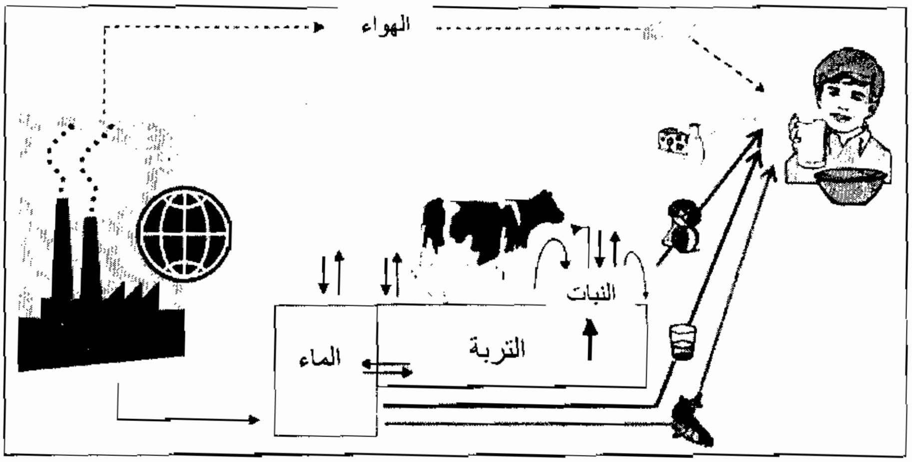
يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام الإيكولوجي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لاختلاف مستوى الاتزان بشكل جذري. ولعل حادثة تشرنوبل التي وقعت في المفاعلات النووية في الاتحاد السوفيتي خير مثال للتلوث المدمر، حيث إن النظام البيئي انهار كليًّا، ويحتاج إلى سنوات طويلة لإعادة اتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وبتكلفة اقتصادية باهظة، ويذكر تقدير لمجموعة من خبراء البيئة في الاتحاد السوفيتي بأن منطقة تشرنوبل والمناطق المجاورة لها تحتاج إلى حوالي خمسين سنة لإعادة اتزانها البيئي وبشكل يسمح بوجود نمط من أنماط الحياة .

انتقال الملوثات للإنسان عبر السلسلة الغذائية

الملوثات المنبعثة من مصادر التلوث المختلفة التى تصل في النهاية إلى الإنسان أو الحيوان تتخذ مسارات محددة كالآتي :

- سقوط الملوثات بصورة مباشرة على الأرض على النباتات التي تتراكم على سطح النبات أو يمتص النبات هذه الملوثات وتنفذ إلى أنسجته المختلفة ويأكلها الإنسان أو الحيوان مسببة له الأضرار الصحية والأمراض .
- سقوط الملوثات بصورة مباشرة على المسطحات المائية وتصل إلى الكائنات المائية المختلفة في توالي السلسلة الغذائية حتى تصل إلى الأسماك والكائنات المائية التي يتغذى عليها الإنسان وبالتالي تصل إلى الإنسان في النهاية. وقد يشرب الإنسان مباشرة الماء الملوث بالملوثات وبهذا تصل إليه بصورة مباشرة.
- وقد يشرب الحيوان مباشرة الماء الملوث بالملوثات ثم يتغذى الإنسان على هذا الحيوان وبهذا تصل إليه الملوثات عن طريق الحيوان.
- قد تظل الملوثات معلقة في الهواء وقد يتنفس الإنسان الهواء الملوث وبهذا تصل إليه الملوثات بصورة مباشرة.

ويبين الشكل التالي انتقال الملوثات للإنسان عن طريق الماء والهواء والتربة، وذلك عن طريق السلسلة الغذائية التي يقبع الإنسان في نهايتها، وهذا ما يجعله آخر المستقبلين للملوثات البيئية التي تصل إلى الغذاء وللأسف تصل إليه مركزة مما يفاقم من أضرارها الصحية عليه.



شكل(١-٢) مخطط يبين انتقال الملوثات للإنسان عن طريق الماء والهواء والتربة.

تصنيف المشروعات الصناعية من حيث التأثيرات البيئية المحتملة

يتم تصنيف المشروعات الصناعية في جمهورية مصر العربية من حيث التأثيرات البيئية المحتملة طبقا لقانون البيئة إلى ثلاثة أقسام :

مشاريع القائمة البيضاء.

مشاريع القائمة الرمادية.

مشاريع القائمة السوداء .

وهذا التصنيف يعطي فكرة جيدة عن أنواع الصناعات ونوعية الملوثات المتولدة عنها مما ييسر على القائمين عليها سهولة معرفة مدى توافق صناعاتهم مع القوانين البيئية ومدى حاجة الصناعات التي سوف تنشأ مستقبلا لإجراءات دراسات التقييم البيئي.

١- مشروع القائمة البيضاء

يشمل هذا التصنيف المنشآت/ المشروعات ذات الآثار البيئية الضئيلة وفى هذه الحالة يجب على مقدم المشروع ملء الاستمارة أ للفحص البيئي وتضم هذه القائمة المنشآت التى قد تتم الموافقة عليها دون إجراء دراسات تفصيلية .

وهذه المشروعات بما أنها ذات الآثار البيئية الضئيلة، فهذا يعني أنها ذات قدرة قليلة لإنتاج الملوثات الضارة بالبيئة وتتميز بقلة الانبعاثات وقلة الصرف السائل وانخفاض كميات المخلفات الصلبة الضارة والخطرة .

٢- مشروع القائمة الرمادية

تشمل هذه القائمة المنشآت التى سوف تخضع للفحص بالنسبة للآثار البيئية المهمة. ويتم تحديد هذه المنشآت بناء على الأنشطة وكمية الإنتاج وحجم المشروع، وفى الحالات التى لم يضع التصنيف حدوداً لها، تؤخذ كافة الأحجام ويجب على مقدم المشروع ملء الاستمارة (ب) الخاصة بالفحص البيئى فى هذا الصدد. ويشمل الإجراء فى هذه الحالة خطوتين هما : رقم (١) ملء الاستمارة ب الخاصة بالفحص البيئى، ومن المحتمل أن

يتبعها بعد ذلك الخطوة رقم (٢) وهى ملاحظات تقييم الآثار البيئية بالنسبة لآثار/ معالجات معينة تحدد طبقا لتقييم جهاز شئون البيئة.

٣ - مشروع القائمة السوداء

تتضمن هذه القائمة المنشآت التى سيتطلب لها إجراء تقييم كامل للآثار البيئية. ويتم تحديد هذه المنشآت تبعا لأنشطتها وكمية إنتاجها وحجم المشروع. وفى الحالات التى لم يضع التصنيف حدود لها، تؤخذ كافة الأحجام .

الصناعة والثروة المعدنية:

القائمة البيضاء	القائمة الرمادية	القائمة السوداء
* مصانع المنسوجــات التى لا تتضمن وحدات صباغة والتى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة.	* مصانع الصلب والحديد والزهر إذا كانت الطاقة الإنتاجية لا تزيد عن ١٥٠ طن/ يوم.	* مصانع الصلب والحديد الزهر التى تزيد الطاقة الإنتاجية لها عن ١٥٠ طن/ يوم.
* مصانع المطاط والبلاستيك التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة.	* مسابك الحديد ومسابك الصلب ومسابك المعادن غير الحديدية.	* المصانع التى تقوم بأعمال الطلاء الكهربائى والتى تزيد الطاقة الإنتاجية لها عن ٢١٥ طنًا من المشغولات/ يوم.
* مصانع الخميرة وتخمير الشعير (البيرة) ومصانع المياه المعدنية التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة.	* مصانع المعالجة السطحية لأعمال الحديد والصلب أو المعادن غير الحديدية (مصانع الطلاء الكهربائي التى تنتج ٢٥ طنًا أو أقل من المشغولات يوميًا).	* مصانع الأسمنت التى تستخدم العملية الصناعية الجافة، وأعمال الجير التى تبلغ طاقتها ١٠٠ طن/ ساعة أو أكثر، ومصانع الأسمنت التى تستخدم عمليات صناعية أخرى (رطبة، شبه رطبة، شبه جافة) وتكون طاقتها ٥٠ طن/ ساعة أو أكثر.
* المصانع التى تنتج الفواكه والخضراوات المعلبة بكميات تبلغ ١٠٠٠ طن سنويآ أو أقل، والتى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة.	* أحواض بناء السفن الصلب، الأحواض الجافة والعائمة لإصلاح وصيانة السفن.	* استخراج المعادن في المناطق الجديدة والتى تزيد المساحة الكلية لمنطقة الاستخراج بها عن ١٥٠٠ فدان.

* مصانع الجلود والأحذية التى تقام بالمناطق الصناعية المعتمدة.	* أعمال المحركات وورش الماكينات.	* المرافق الخاصة بإنتاج الألياف المعدنية الطبيعية المسامية (Respirable)
* معامل تدخين المواد الغذائية التى تنتج ٥٠٠ كيلو من المواد الغذائية أو أقل يومياً.	* مصانع الأسمنت التى تستخدم العملية الصناعية الجافة وأعمال الجير التى لا تزيد طاقتها عن ١٠٠ طن/ ساعة، ومصانع الأسمنت التى تستخدم عمليات أخرى (رطبة، شبه رطبة أو شبه جافة) وتبلغ طاقتها ٥٠ طن/ ساعة أو أقل.	* الصناعات الكيميائية المتكاملة مثل مصانع السماد، ومصانع زيوت التشحيم ومصانع الكيماويات البترولية وإنتاج الأدوية ومصانع مواد الطلاء والصباغة ومصانع الصابون والمنظفات ومواد النظافة حيث تزيد الطاقة الإنتاجية لكل منتج أو للمنتج المركب عن ٥٠ طن/يوم
* المصانع التى تقوم بتصنيع منتجات الأسماك بكميات تبلغ ١٠٠٠ طن أو أقل سنوياً.	* ورش الغلايات ومصانع المواسير.	* مصانع إنتاج واستنباط المبيدات الحشرية.
	* مشروعات التقنيات الكهربائية وتشمل الكابلات وورش البطاريات ومصانع المراكم.	* مصانع إنتاج لب الورق بطاقة إنتاجية تزيد عن ١٠٠ طن/ يوم من قش الأرز و ٥٠٠ طن/ يوم من تفل (مصاصة) قصب السكر.
	* تصنيع وتجميع العربات والسيارات.	* المدابغ التى يزيد إنتاجها عن مليون قدم مربع سنوياً أو تستخدم ٧٥٠ قطعة كامنة من جلود الحيوان/ يوم.
* استخراج المعادن في مناطق جديدة تشغل مساحة إجمالية ١٥٠٠ فدان أو أقل.	* مصانع الحراريات مثل صناعة الطوب والبلاط والسيراميك.	أعمال صباغة المنسوجات بطاقة إنتاجية تزيد عن ١٠ طن / يوم.
* الصناعات الكيماوية المتكاملة مثل مصانع السماد	* المشروعات الخاصة بصناعة البورسلين	* مسابك الرصاص.

ومصانع زيوت التشحيم ومصانع الكيماويات المعدنية البترولية، وإنتاج الأدوية ومصانع مواد الطلاء والصباغة ومصانع الصابون والمنظفات ومواد النظافة حيث تبلغ الطاقة الإنتاجية لكل منتج أو للمنتج المركب ٥٠ طن/ يوم أو أقل.	والخزف ويزيد انتاجها عن ٢٠٠ كجم يوميًا إذا كانت تقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة.	
* صناعة الأفلام وأوراق التصوير الفوتغرافى.	* معامل تحميض الصور الفوتوغرافية.	* منشآت تكرير الزيوت النباتية ومعالجات أخرى لها.
* مصانع الصمغ والغراء.	* صناعة الزجاج.	
* تعبئة وتغليف الكيماويات السائلة والصلبة والمنتجات فى مواقع خارج المناطق الصناعية المعتمدة.	* مصانع إنتاج لب الورق بطاقة تبلغ ١٠ طن/ يوم (من قش الأرز) و ٥٠٠ طن يوميًا من بواقى السكر أو أقل ومصانع الورق والكرتون.	
* ورش نقع الأخشاب (المعالجة الكيميائية للأخشاب).	* أعمال صباغة المنسوجات بطاقة تبلغ ١٠ طن يوميًا أو أقل.	
	* مصانع الكاوتشوك والبلاستيك التى تقع خارج نطاق المناطق الصناعية المعتمدة.	
* منشآت التنظيف والمغاسل التى يتم تشغيلها تجاريًا.	* منشآت تشغيل السيليوز ومصانع الغزل والنسيج التى تقع خارج نطاق المناطق الصناعية المعتمدة.	* مصانع الخميرة وتخمير الشعير (البيرة) ومصانع المياه المعدنية التى تقع خارج نطاق المناطق الصناعية المعتمدة.
* المجازر الخاصة بذبح الحيوانات.	* صناعة الأوفسيت.	* مصانع تكرير السكر.

* مصانع تدخين المواد الغذائية والتى تزيد طاقاتها عن ٥٠٠ كجم/ يوم من المواد الغذائية المدخنة.	* المدابغ التى تبلغ طاقاتها مليون قدم مربع سنويًّا أو تستخدم ٧٥٠ قطعة جلد حيوان كامل يوميًّا أو أقل.	* المصانع التى تنتج الفواكه والخضراوات المعلبة بكميات تزيد عن ١٠٠٠ طن/ سنة.
* منشآت تصنيع الجلود والأحذية خارج المناطق الصناعية المعتمدة.	* المصانع التى تقوم بتصنيع منتجات الأسماك بكميات تتجاوز ١٠٠٠ طن/ سنة.	* منشآت تصنيع وإنتاج أعلاف الحيوانات والأسماك.
* التسهيلات التخزينية للكيماويات (غير منتجات تكرير البترول).	* المنشآت والمواقع الخاصة بأعمال التدوير وإعادة استخدام المخلفات الصناعية.	

الكهرباء والطاقة:

القائمة البيضاء	القائمة الرمادية	القائمة السوداء
* التوسع في خطوط قوى كهربائية قائمة بحيث لا يتم زيادة طول الخطوط بأكثر من ١٠٪.	* محطة القوى الحرارية بطاقة ٣٠ ميجاوات أو أقل.	* محطة القوى الحرارية التى تزيد طاقتها عن ٣٠ ميجاوات.
* إنشاء أو التوسيع في محطة التشغيل المصاحب لجهد لا يتجاوز ١٣٠ كيلووات.	* خطوط نقل القوى الكهربائية ومحطات التحويل التى لم تذكر في القائمة البيضاء.	* محطات القوى التى تستخدم وقودًا نوويًّا في التشغيل.
	* محطات إنتاج القوى باستخدام طاقة الرياح.	* خطوط نقل القوى الكهربائية عبر القارات/ الدول.
		* محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية.

الأشغال العامة والموارد المائية:

القائمة البيضاء	القائمة الرمادية	القائمة السوداء
* التوسع أو التعديل المقترح في منشآت الرى والصرف القائمة حيث تبلغ عملية التوسع أو التعديل بالمنشآت ١٠ ٪ أو أقل.	* التوسعات أو التعديلات المقترحة في هياكل الرى والصرف القائمة بحيث تؤدى هذه التوسعات أو التعديلات إلي زيادة المنشآت بنسبة تزيد عن ١٠ ٪ .	* مشروعات الرى والصرف الجديدة شاملة السدود والقناطر.

الزراعة واستصلاح الأراضي:

القائمة البيضاء	القائمة السوداء
* منشآت لاستصلاح الأراضي في مساحة ٤٠٠ فدان أو أقل	* منشآت استصلاح الأراضي في مساحة تزيد عن ٤٠٠ فدان.
.منشآت خاصة بالاستزراع السمكي .	

النقل البحري :

القائمة السوداء	القائمة البيضاء
* الموانئ المصممة لاستقبال سفن تزيد حمولتها الوزنية عن ٢٥ طن.	* تعديل رصيف ميناء قائم بحيث لا يتضمن التعديل التخلص المحتمل من أي مواد ملوثة.
* التوسعات في الموانئ القائمة.	

الصحة :

القائمة الرمادية
* المستشفيات الجديدة والتوسعات في مستشفيات قائمة.
* مصانع الأدوية والكيماويات.

التموين والتجارة :

القائمة الرمادية
* مطاحن الغلال.

النقل

القائمة السوداء	القائمة الرمادية	القائمة البيضاء
* أنظمة النقل الضخمة والطرق السريعة (بأمتداد أكثر من ٥٠ كيلومترًا) شاملة مترو الأنفاق، الكبارى والأنفاق	* نظم النقل الضخمة والطرق السريعة بامتداد ٥٠ كيلومتراً أو أقل شاملة مترو الأنفاق والكبارى والأنفاق	* توسيع أو تعديل طريق قائم بحيث يتم امتداده أو توسيع عرضه بنسبة ١٥ ٪ أو أقل
* إنشاء مطارات تجارية ذات ممر هبوط للطائرات يزيد طوله عن ١٥٠٠ متراً	* توسيع أو تعديل طريق قائم بحيث يتم امتداده أو توسيع عرضه بنسبة ١٥ ٪	
* خطوط سكك حديدية جديدة يزيد طولها عن ٥٠ كيلومتراً	* إنشاء مطار ذو ممر هبوط للطائرات طوله ١٥٠٠ متر أو أقل	
	* أحواض بناء السفن الصلب، والأحواض الجافة والعائمة لإصلاح وصيانة السفن	
	* إنشاء خط سكة حديد بأمتداد ٥٠ كيلومتراً أو أقل	

الإسكان والتعمير :

القائمة السوداء	القائمة الرمادية	القائمة البيضاء
* محطات معالجة مياه الصرف بطاقة تزيد عن مليون شخص مكافئ (PE)	* محطات معالجة مياه الصرف بطاقة تبدأ ١٠٠٠ شخص مكافئ (PE) حتى مليون شخص مكافئ (PE)	* محطة صغيرة لمعالجة سوائل الصرف بطاقة ١٠٠٠ شخص مكافئ (PE) أو أقل
* مشروعات إنشاء مناطق صناعية.	* منشآت إمداد المياه.	
* مشروعات التنمية العمرانية الجديدة.	* محطات مياه الشرب ونظم التوزيع.	

السياحة :

القائمة السوداء	القائمة الرمادية
* إنشاء فنادق أو منتجعات في مناطق بيئية حساسة مثل شاطئ النيل وفرعيه وترعه الرئيسية وفي المناطق السياحية والأثرية والمناطق المزدحمة بالسكان وعلي شواطئ البحر أو البحيرات أو في المحميات الطبيعية.	* إنشاء فنادق أو منتجعات في غير المناطق البيئية الحساسة.

البترول :

القائمة السوداء	القائمة الرمادية
* أعمال استكشاف وتنمية وإنتاج حقول البترول والغاز.	* إنشاء خطوط أنابيب بحرية أو برية طولها ٥٠ كيلومترا أو أقل.
* إنشاء خطوط أنابيب بالبحر أو على البر إذا زاد طولها عن ٥٠ كيلومتراً.	* إنشاء مستودعات لتخزين البترول أو الغاز أو الديزل (بخلاف محطات الخدمة) والتي تبلغ سعة تخزينها الإجمالية ١٥.٠٠٠ متر مكعب أو أقل .
* إنشاء وحدات فصل ومعالجة وتداول وتخزين البترول والغاز.	

* إنشاء مستودعات لتخزين البترول أو الغاز أو الديزل (بخلاف محطات الخدمة) حيث تبلغ السعة الإجمالية للتخزين أكثر من ١٥.٠٠٠ متر مكعب.	
* معامل تكرير البترول وصناعة البتروكيماويات.	

أنشطة محلية :

القائمة السوداء	القائمة الرمادية
* مشروعات تنمية عمرانية داخل المناطق العمرانية القائمة.	* الطرق الداخلية والطرق السريعة في المدن، تبلغ حركة السيارات بها ١٠.٠٠٠ سيارة أو أقل يومياً في المتوسط السنوى.
* طرق داخلية وطرق سريعة في المدن٠ (التى يزيد المتوسط السنوى لحركة السيارات بها ١٠.٠٠٠ سيارة يوميًّا).	* مواقع التخلص من الحمأة.
* منشآت التخلص من المخلفات عن طريق الحرق أو المعالجة الكيماوية أو دفن المخلفات السامة والخطرة.	* مواقع الدفن الصحى.
	* وحدات معالجة المخلفات الحضرية.

الفصل الثانى

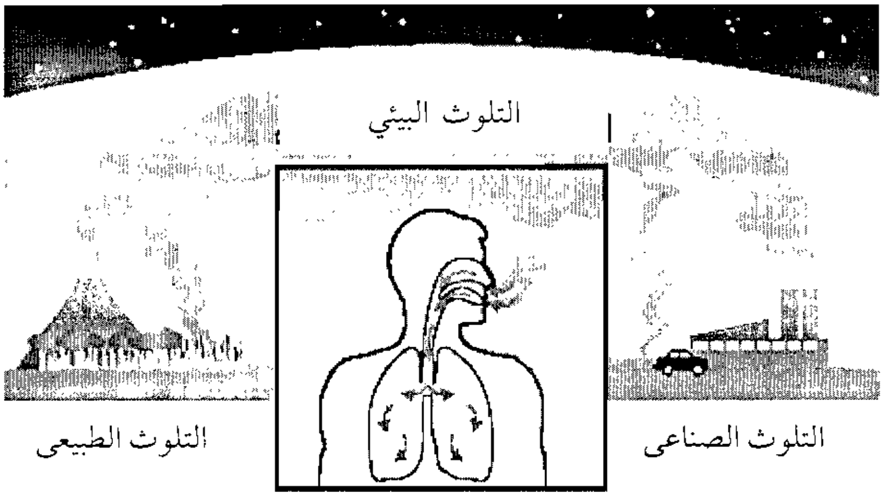
الملوثات البيئية الطبيعية

الفصل الثانى

الملوثات البيئية الطبيعية

٢-١. المصادر الطبيعية للتلوث البيئي

وهي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها ،والتي تنجم من الطبيعة والظواهر الطبيعية المختلفة دون تدخل الإنسان فيها من خلال أنشطته التي تحتم عليه التفاعل مع الطبيعة مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس ، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة ، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو، أو الفيضانات الشديدة الجارفة ، أو انتشار الأوبئة الميكروبية .



٢-٢. التلوث الطبيعي للهواء

الهواء معرض دائمًا للكثير من الملوثات الطبيعية لكونه موجودًا في كل مكان، ولانتشار كثير من العناصر البيئية داخله وغالبًا يحدث التلوث الطبيعي للهواء من خلال الآتي :

١ - الغبار والأتربة المثارة بفعل الرياح .

٢ - البراكين النشطة التي تندفع منها أنواع من الغازات الضارة وكميات ضخمة من الرماد والحمم .

٣ - حرائق الغابات الطبيعية الذاتية .

٤ - حبوب لقاح الأشجار والنباتات .

٥ - أملاح البحار والمحيطات والتي تنتشر في الهواء بفعل الرياح والعواصف، وتلك التي تحملها المنخفضات والجبهات الجوية وتيارات الحمل الحرارية.

٦ - غاز الأوزون المتخلق ضوئيًا في الهواء الجوي أو بسبب التفريغ الكهربي في السحب.

٧ - الجسيمات النيزكية القادمة من الفضاء .

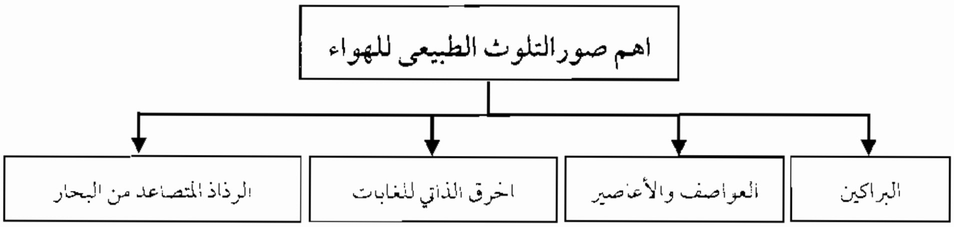
٨ - الكائنات الحية الدقيقة من البكتريا والجراثيم والميكروبات .

٩ - تكون بعض الأكاسيد النيتروجنية عند حدوث تفريغ كهربي في السحب الرعدية .

١٠- وجود بعض الفطريات في الهواء في مواسم معينة ، ووجود بعض أنواع البكتريا والجراثيم في الماء والهواء، عند تعفن أجساد الطيور والحيوانات أو تعفن فضلات الحيوان أو الإنسان .

١١- المواد ذات النشاط الإشعاعي كتلك الموجودة في التربة وبعض صخور القشرة الأرضية وكذلك الناتجة عن تأين بعض الغازات بفعل الأشعة الكونية.

١٢- وجود وانتشار بعض بقايا أجسام الإنسان والحيوان والنبات مثل الجلد والشعر والريش والفرو والوبر وقشر الشعر وأوراق ولحاء النباتات.



أ- البراكين كأحد ملوثات الهواء الطبيعية

تمثل البراكين احد العوامل الطبيعية المهمة في تلوث البيئة بشكل عام ، فتدفع هذه البراكين عند ثوراتها بكميات هائلة من النواتج الغازية والسائلة بالإضافة إلى النواتج الصلبة.

البركان هو مكان تحت البحر أو فوق سطح الأرض، تخرج أو تنبعث منه المواد الصهيرية الحارة على شكل لافا، مصحوبة بأبخرة وغازات، ويحدث ذلك عبر فوهات أو شقوق.

وتتراكم المواد المنصهرة أو تنساب حسب نوعها لتكون أشكالا أرضية مختلفة، منها التلال المخروطية أو الجبال البركانية العالية التي يعلوها ما يعرف بفوهة البركان.

ويوجد على اليابسة حوالي ١٥٠٠ بركان ،نشط منها حوالي ٦٠ تحدث فيها ثورات بركانية في كل سنة.

أما البراكين البحرية، فيفوق عددها بكثير ما هو موجود على اليابسة. والعلم الذي يهتم بدراسة البراكين ومختلف الظواهر المرتبطة بها، يسمى "علم البراكين" أو "Volcanology"، أما أصل هذه كلمة فهو مشتق من كلمة Vulcano، وهي عبارة عن جزيرة سميت على شرف فولكان Vulcain، الذي يعتبر إله النار والحدادة عند الرومان.

※ أنواع المواد البركانية :

يخرج من البراكين حين ثوراتها حطام صخري صلب ومواد سائلة وغازات.

١ – الحطام الصخري:

ينبثق نتيجة للانفجارات البركانية حطام صخري صلب، مختلف الأنواع والأحجام عادة في الفترة الأولى من الثوران البركاني. ويشتق الحطام الصخري من القشرة المتصلبة التي تنتزع من جدران العنق، نتيجة لدفع اللافا والمواد الغازية المنطلقة من الصهير بقوة وعنف، ويتركب الحطام **الصخري** من مواد تختلف في أحجامها منها الكتل الصخرية، والقذائف والجمرات، والرمل والغبار البركاني.

٢ - الغازات:

تحتوي المواد الصهيرية على غازات ذائبة، وتعتبر خروج الغازات ظاهرة مهمة ومحددة لحدوث ثوران البركان. هذه الغازات بخروجها تقوم بدفع الصهارة إلى الأعلى، وهو ما يعطي لثوران البركان صفة الانفجار العنيف. ويخرج من البراكين أثناء نشاطها غازات، بخار الماء (نسبته من ٥٠ إلى ٩٠٪)، وهو ينبثق بكميات عظيمة مكونا سحبًا هائلة يختلط معه فيها الغبار والغازات الأخرى، وتتكاثف هذه الأبخرة مسببة أمطارًا غزيرة تتساقط في محيط البركان.

وينفث البركان غازات متعددة من أهمها الغازات الكربونية (نسبتها من ٥ إلى ٢٥٪)، الكبريت (من ٣ إلى ٢٥٪)، الهيدروجين، الكلورين، النتروجين والأوكسجين.

٣ – اللاڤا:

وهي كتل سائلة تلفظها البراكين، وتبلغ درجة حرارتها بين ١٠٠٠م و١٢٠٠م. وتنبثق اللافا من فوهة البركان، كما تطفح من خلال الشقوق والكسور في جوانب المخروط البركاني، تلك الكسور التي تنشؤها الانفجارات وضغط كتل الصهارة، وتتوقف طبيعة اللاڤا ومظهرها على التركيب الكيماوي لكتل الصهارة الذي تنبعث منها وهي نوعان:

أ - لاڤا خفيفة فاتحة اللون:

وهذه تتميز بعظم لزوجتها، ومن ثم فإنها بطيئة التدفق، ومثلها اللافا التي انبثقت من بركان بيلي (في جزر المارتينيك في البحر الكاريبي) عام ١٩٠٢م، فقد كانت كثيفة لزجة، لدرجة أنها لم تقو على التحرك، وأخذت تتراكم وترتفع مكونة لبرج فوق الفوهة، بلغ ارتفاعه نحو ٣٠٠ قدم، ثم ما لبث بعد ذلك أن تكسر وتحطم نتيجة للانفجارات التي أحدثها خروج الغازات.

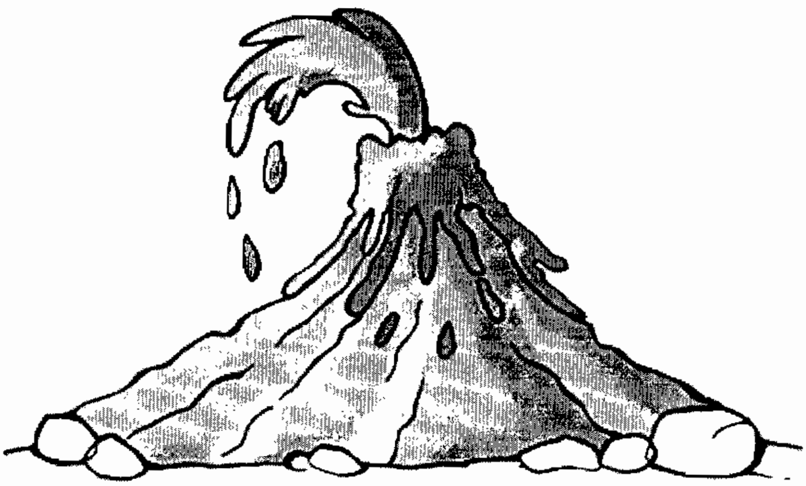
ب ـ لافا ثقيلة داكنة اللون:

وهي لافا بازلتية، وتتميز بأنها سائلة ومتحركة لدرجة كبيرة، وتنساب في شكل مجاري على منحدرات البركان، وحين تنبثق هذه اللافا من خلال كسور عظيمة الامتداد، فإنها تنتشر فوق مساحات هائلة مكونة لهضاب فسيحة، ومثلها هضبة الحبشة وهضبة الدكن بالهند وهضبة كولومبيا بأمريكا الشمالية.

أشهر الكوارث البركانية:

فيما يلي ترتيب بعض أشهر الكوارث البركانية التي عرفها العالم، وهي مرتبة على التوالي وفق اسم البركان، عدد الوفيات، المكان وسنة الكارثة:

- بركان فيزوف، ١٦٠٠٠ قتيل، بومبي هيركولانيوم ٧٩ ق.م؛ - جبل هيكلا، ٩.٠٠٠ قتيل، آيسلنده ١٧٨٣؛ تامبورو ٩٠.٠٠٠ قتيل، إندونيسيا ١٨١٥؛ كراكاتو ٤٠.٠٠٠ قتيل، اندونيسيا ١٨٨٣؛ مونت بيليه ٤٠.٠٠٠ قتيل، المارتينيك ١٩٠٢؛ جبل كيلود ٣.٠٠٠ قتيل، جزيرة جاوه ١٩١٩.



شكل (٢-١) يبين تصاعد الحمم من بركان

النواتج البركانية والبيئة

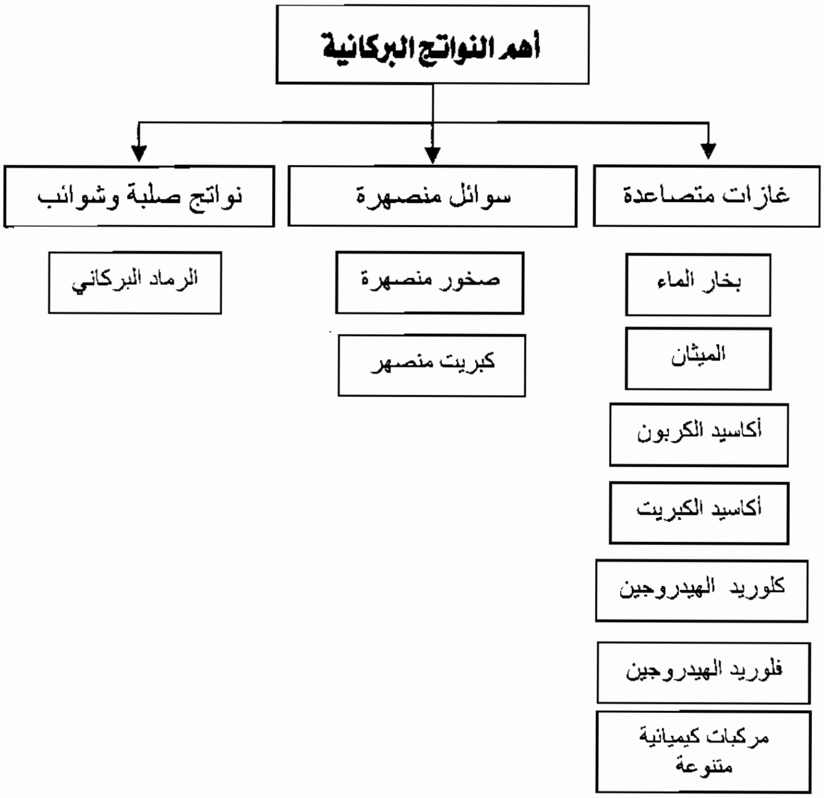
تبلغ كمية بخار الماء الخارجة من فوهة بركان حدًّا هائلاً في بعض الأحيان ، وقد قدر حجم البخار المتصاعد من بركان " اتنا " بإيطاليا في إحدى دورات نشاطه بحوالي ٢٠٠٠ مليون لتر ، وقد تصل درجة حرارة هذا البخار إلى ٥٠٠ درجة مئوية ، كما تتنوع الغازات المنطلقة من البراكين فهي تتكون عادة من خليط من ثاني أكسيد الكربون واول أكسيد الكربون والميثان والهيدروجين وبعض الأكسجين ، كما يصاحبها في كثير من الاحيان بعض الغازات حمضية التأثير مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين وغاز كلوريد الهيدروجين ، وهي غازات شديدة الضرر بالبيئة وبصحة الإنسان. ولا يقتصر ضرر هذه الغازات علي المناطق المحيطة بالبراكين بل يمتد اثرها عندما تختلط بمكونات الهواء وتحملها الرياح لتنتشر في كل مكان .، وعادة ما يصاحب هذه الغازات كميات ضخمة من الرماد الذي قد يبقى معلقًا بالهواء مدة ما ، وقد تحمله الرياح ليتساقط فوق سطح الأرض في أماكن تبعد كثيرًا عن موقع البركان .

فعندما انفجر بركان كراكتاو في إحدى الجزر الأندونيسية عام ١٨٨٣ م سمع صوت انفجاره الهائل على بعد ٥٠٠ كيلومتر منه ،وتصاعدت منه كميات هائلة من الرماد حتى ان بعضًا من هذا الرماد سقط علي مسافات شاسعة فوق أراضي دول أخرى مجاورة ، ويعتقد بعض العلماء ان هذه الانفجارات البركانية تؤثر إلى حد ما في حالة جو الأرض وعلى طبيعة مناخها .

كذلك أثرت الشوائب والرماد المتصاعد من بركان " كراكتاو" في صفاء الجو في المناطق المحيطة به إلى نحو ٢٠٪ في الأسابيع الأولى وإلى نحو ١٠٪ في الشهور التالية للانفجار ، كما يتخلف عن البراكين رمادا مكونا سحابة ضخمة تصل إلى ارتفاعات عالية (إلى ما بعد ٣٠ ألف قدم) وهي المنطقة التي تطير فيها خطوط الطيران فوق السحاب ، وقد ترتب علي رماد البراكين إتلاف لمحركات الطائرات التي اخترقت السحابات الرمادية المحيطة بالرماد البركاني .

وعلى الرغم من أن الطاقة المنطلقة من البراكين ضئيلة جدا بالنسبة لطاقة الشمس التي تسقط علي سطح الأرض إلا أنها تؤثر إلى حد ما في المناطق المحيطة بالبراكين ، كما أن كمية الشوائبِ الخارجة منها ، وكمية الغازات الحمضية المتصاعدة منها (مثل فلوريد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت) لها أثر كبير علي الاتزان المناخي للأرض. وهذه الغازات الحمضية سهلة الذوبان في الماء مما يجعلها ذات تأثير كبير على كافة الأحياء المائية البحرية والنهرية ، والرماد المتصاعد يغطي كل شيء يسقط عليه بطبقة يختلف سمكها من حالة لأخرى، فعندما يكون الرماد كثيفا وطبقته سميكة فانه يفسد التربة ، وتتحول هذه التربة عند الري بالماء الي تربة طينية لزجة عديمة المسام تصعب تهويتها وتصبح خالية من الأكسجين وتصعب زراعتها مدة من الزمن إلا أن هذا التلوث يكون عادة تلوثًا مؤقتًا. وبعد عدة سنوات قد تتحسن خواص هذه التربة بما يحمله هذا الرماد من أملاح وفلزات نادرة مفيدة لكثير من النباتات والمحاصيل مما يرفع من خصوبة التربة ويحسن من صفاتها على المدى الطويل .

وبالإضافة إلى الرماد والغازات التي تطلقها البراكين ، فإن هذه البراكين قد تدفع من جوفها بكميات هائلة من الحمم البركانية والتي تتكون من الصخور المنصهرة ذات الحرارة العالية جدًا، ولذلك فقد تحرق هذه الحمم كل ما يقابلها من نبات وحيوان ، وقد تدفن تحتها مدنًا بأكملها وتشعل فيها النيران .ويلاحظ ان بعض هذه الحمم قد تحتوي علي نسبة كبيرة من الكبريت المنصهر ، كما أن بعضها قد يحتوي على بعض الغازات الذائبة فيها مثل غاز كبريتيد الهيدروجين أو غاز ثاني أكسيد الكبريت وأحيانًا غاز كلوريد الهيدروجين ،وهذه الغازات حمضية التأثير لذا فهي شديدة الضرر بالبيئة ، وعندما تذوب في مياه الأمطار تلوث المجاري المائية، وترفع من درجة حموضتها ، كما ترفع من درجة حموضة التربة المجاورة لها وتدمر ما بها من نباتات ومحاصيل.



شكل (٢-٢) مخطط لأهم النواتج البركانية.

الحد من مخاطر البراكين

تعتبر الثورات البركانية من أسهل الكوارث التي يمكن التنبؤ بها، لأنها تكون مصحوبة بالعديد من الظواهر الفيزيائية والتفاعلات الكيماوية، التي يمكن مراقبتها كل على حدة.

فالثورات البركانية تكون دائما مسبوقة بنشاط زلزالي كثيف، وبتمدد للقشرة الأرضية، كما أنه يكتشف بكل سهولة استفاقة البراكين الخامدة، عن طريق وجود بعض أجهزة قياس ورصد الزلازل، وهو ما يسمح بإعطاء الإنذار في الوقت المناسب.

أما عندما يكون هناك خطر بركاني وشيك، فمن السهل ملاحظة صعود اللافا إلى السطح وانتفاخ سطح التربة، وتحرر الغازات، كما يسجل في نفس الوقت حدوث اضطرابات محلية في حقل الجاذبية والحقل المغناطيسي للأرض.

فظهور هذه الظواهر وترددها وكذلك شدتها، يسمح بإعطاء الإنذار على المدى المتوسط عن طريق المعطيات التي يتم تقديمها عن طريق مجموعة من أجهزة الكشف، هذه الأخيرة تقوم بتحليل إصدارات الغازات المنبعثة من البركان، وبتسجيل التغيرات التي تحدث في تكوين التربة على السطح وفي الأعماق ، كما يمكنها تسجيل أدنى التغيرات التي تحدث في حقل الجاذبية والحقل المغناطيسي للأرض.

وتتعقد الأمور، كلما اقتربت الحمم والمواد المنصهرة من السطح، مركزة تأثيراتها على مساحة تزداد صغرا شيئا فشيئا كلما اقتربت من فوهة البركان.

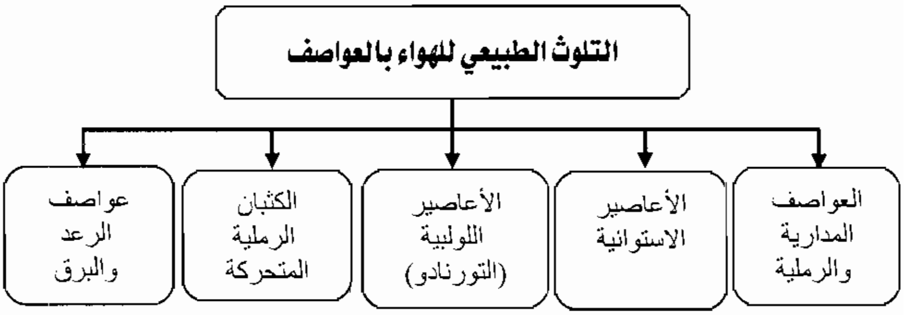
ولهذا تتطلب كل هذه التطورات، نشر واستعمال أجهزة قياس وكشف إضافية حتى يسهل الإحاطة بالمناطق الأكثر خطرا في البركان، حيث يؤدي ارتفاع الضغط في هذا الأخير إلى تضاعف الظواهر الكيماوية والفيزيائية.

وكلما أصبح الانفجار البركاني وشيكًا، كلما أصبح من الصعب التنبؤ وقت حدوثه، ولهذا فالتوقعات على المدى القصير في هذا المجال هي نادرة، كما أنها قليلة في وقتنا الحالي، بسبب عدم توفر أجهزة الكاشف القياس في مجموع البراكين، التي هي في حالة نشاط عبر مختلف أرجاء العالم.

أما في حالة البراكين المعروفة بخطورتها والمصنفة بالمتفجرة، فأبسط شيء يمكن عمله هو تحديد منطقة عازلة، يمنع الدخول إليها وإجلاء السكان القاطنين بالقرب منها، إلا أن تطبيق هذه الإجراءات على أرض الواقع يصبح صعبًا، وذلك راجع إلى أسباب اجتماعية واقتصادية واضحة، كما أنه من غير المعقول تهجير سكان مدن وقرى بأكملها من منطقتهم.

ب- تلوث الهواء من العواصف كأحد المصادر الطبيعية للتلوث البيئي

تعد العواصف والأعاصير من أكثر الملوثات الطبيعية للهواء شهرة وتأثيرًا على الإنسان؛ إذ ينتج عنها العديد من الأضرار المادية والاقتصادية والتي تختلف درجتها باختلاف شدة العاصفة أو الإعصار، ويمكن تصنيف الأعاصير والعواصف إلى خمسة انواع رئيسية يبينها الشكل التالي :



اولا العواصف المدارية والرملية

توجد العواصف المدارية فى العروض المدارية، ومن أهم ما يميزها أنها شديدة السرعة والانخفاضات الجوية التى تصاحبها شديدة العمق، وتصل سرعة الرياح فى هذه العواصف أحيانا إلى ١٢٠كيلومتر فى الساعة،كما أن الأمطار التى تسقط نتيجة لها تكون غزيرة جدا وعلى هيئة سيول، ويكثر حدوث العواصف المدارية فى فصلى الصيف والخريف، ولكل عاصفة مركز (أو عين)،وهذه عادة تتصف بالهدوء وخلوها من السحب ونصف قطر هذه العيون يتراوح بين ٨ و٤٠كيلومترًا، وينتج عن العواصف المدارية تخريب شديد للمناطق الساحلية التى تمر بها العاصفة، وترتفع الأمواج فتغرق الشواطئ، وقد تعرقل الملاحة كما فى الخليج العربى وخليج البنغال ويقدر حدوثها بحوالي ثلاث مرات فى المتوسط سنويا، هذا بالإضافة إلى إيذاء السكان عن طريق الرمال التى تحملها وصعوبة الرؤية وما ينجم عن ذلك من حوادث مرورية وإضرار بالنباتات. كما تعاني دول المنطقة العربية في أوقات معينة من العواصف الرملية المحملة بالأتربة والرمال من الصحراء ويختلف مسماها من دولة إلى أخرى (الخماسين في مصر، طوز في

دول الخليج، والهبوب في السودان...). وتزيد الظواهر الجوية التى تتعرض لها بعض المدن العربية في أوقات معينة من حدة التلوث إذ يؤدي سكون الرياح، وانخفاض مستوى الانقلاب الحراري بمنطقة القاهرة الكبرى فى فترة الخريف إلى إعاقة انتشار الملوثات وتشتيتها ، وبالتالي حدوث نوبات تلوث حادة للهواء فى الطبقة القريبة من سطح الأرض؛ حيث تتراكم الملوثات وتزيد عن المعدل الطبيعى.

ومن مخاطر العواصف الترابية هي إمكانية حملها للملوثات، مثل المبيدات ويمكن أن تقلها إلى مسافات بعيدة مسببة آثاراً عكسية على البيئة والاقتصاد ونوعية الحياة. تصل تقديرات كمية الرواسب الترابية السنوية على طول المناطق الساحلية في الكويت إلى ألف طن/ كم٣ بمتوسط تركيز عام يبلغ ٢٠٠٠ ميكروجرام/ م٣.

ثانيًا: الأعاصير الاستوائية

هي عبارة عن أعاصير دوّارة كبيرة، ذات ضغط منخفض، تتشكل فوق المحيطات بالقرب من خط الاستواء (في الوسط يكون الضغط أقل من ٩٥٠ هيكتوباسكال hPa). ويمكن لهذا الإعصار أن يدوم أسبوعًا، متسببًا في أضرار بليغة وتخريب مناطق واسعة.

وتعرف المنظمة العالمية للرصد الجوي الإعصار الاستوائي، على أنه اضطراب شامل غير مصحوب بنظام الجبهة، وهو ينشأ فوق المياه الاستوائية أو الشبه استوائية، وله نشاط حراري وحركة زوبعية، تكون أكثر شدة في السطح مقارنة بأعلى الإعصار.

ويمكن أن نصنف هذا النوع من الأعاصير كالتالي:

- ضغط استوائي منخفض، عندما تكون سرعة الرياح أقل من ٦٢ كم/ ساعة؛
- وعن عاصفة استوائية، عندما تتراوح سرعة الرياح بين ٦٢ إلى ١١٧ كم/ ساعة؛
- وعن الأعاصير الممطرة أو الهاركين، عندما تتعدى سرعة الرياح الـ ١١٧ كم/ ساعة.

مناطق وفصول الأعاصير الاستوائية :

في كل سنة، يمكن تعداد حوالي ٨٠ إعصار استوائيًا على سطح المحيطات.

ففي شمال الأطلسي يمتد فصل الأعاصير من شهر يونيو إلى شهر نوفمبر ، ويسجل سنويا متوسط ٢٠ ضغط استوائيًا منخفضًا، ٩ عواصف استوائية و٥ أعاصير ممطرة (الهاركين).

وتعرف المناطق الاستوائية (خصوصا من منطقة الكراييب إلى خليج المكسيك) العديد من الأعاصير الاستوائية، التي يمكن أن تتوالى لعدة أسابيع، مسببة الخراب في مناطق شاسعة.

أما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، فيبدأ موسم الأعاصير من شهر نوفمبر إلى أبريل ، وهو يشمل مناطق كاليدونيا الجديدة، مايوت (Mayotte)، بولينيزي الفرنسية (Polynésie)، لارينيون (La Réunion)، واليس (Wallis) وفوتونا (Futuna).

أما في منطقة المحيط الهندي، فيمتد موسم الأعاصير من شهر يناير/ كانون الثاني إلى مارس. وتدور الأعاصير الاستوائية مع اتجاه عقارب الساعة في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية وعكس عقارب الساعة في النصف الشمالي.

وهذه الخاصية، يمكن تفسيرها عن طريق قوة كوريوليس Coriolis (بسبب دوران الأرض حول نفسها، فإن الرياح لا تتجه مباشرة من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، بل تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، وتعرف هذه الحقيقة باسم قانون فرل Ferrel's Law أو قوة كوريوليس).

ظروف تكون الإعصار الاستوائي:

يتكون الإعصار الاستوائي دوما فوق سطح مياه المحيط قرب منطقة الاستواء، وذلك تحت تأثير التبخر الشديد، الذي يؤدي إلى هبوب رياح في اتجاه واحد.

ونتيجة لذلك، يتسرب الهواء البارد تحت الهواء الدافئ الذي يرتفع إلى الأعلى، وعندها يلتقي مع رياح "Jet Stream" وهي رياح تصل سرعتها إلى ٤٠٠ كم/ ساعة، مما يؤدي إلى زيادة تسارع الرياح.

وحتى تتكون هذه الأعاصير، يجب توافر عدة ظروف أهمها:

أ - تكون درجة حرارة أعلى من ٢٧ درجة مئوية على الأقل بعمق ٦٠ مترًا؛

ب - رطوبة جوية عالية، عدم استقرار في الجو وتقاطع ضعيف للرياح العمودية؛

جـ - خط العرض يكون أعلى من ٥ درجات من أجل أن تتكون قوة كوريوليس؛

د - انعدام الجو الرطب الدافئ (الحرارة تفوق ٢٦.٥ درجة مئوية).

ثالثًا: الأعاصير اللولبية (التورناد)

يرجع اسم كلمة "التورناد" إلى اللغة الإسبانية، وهو مشتق من كلمة "Torna"، والتي تعني الدوران.

وتعتبر الأعاصير اللولبية من أشد الأعاصير عُنفًا، وهي عبارة عن ظاهرة يمكن أن تولد رياحًا تدور على شكل قمع بسرعة تصل إلى أكثر من ٥٠٠ كم في الساعة، ويبلغ قطر معظم الأعاصير اللولبية أقل من كيلومتر.

وتحطم هذه العواصف تقريبًا أي شيء يعترض طريقها، حيث تتسبب في خسائر مادية وبشرية كبيرة يهلك بسببها ما بين ٣٠٠ إلى ٤٠٠ شخص سنويًّا عبر العالم.

ظروف تكون الأعاصير اللولبية:

تتكون الأعاصير اللولبية في داخل بعض السحب الرعدية، ويحدث التكون عندما يلتقي الهواء الساخن الرطب على سطح الأرض مع الهواء البارد، مما يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ للهواء من الأرض، الذي يبدأ في الدوران متسببا في ارتفاع دوامة وسط السحاب.

إذا فالتورناد يتكون في قاعدة سحب رعدية كبيرة، تعرف باسم Cumulonimbus، وتقوم هذه السحب بامتصاص الهواء الدافئ والرطب المحيط بمستوى الأرض ، الذي يلتقي حينما يرتفع إلى الأعلى بالهواء البارد، مما ينتج عنه تكون بخار الماء على شكل سحب. هذه الأخيرة وبامتزاجها مع الغبار الممتص من الأرض، تؤدي إلى تشكل عمود من الهواء الدوار، يمتد من سطح الأرض إلى أعلى السحاب.

أما التيارات الهوائية التي تتولد في داخل التورناد، فيمكن أن تصل سرعتها إلى ٥٠٠ كم/ ساعة، أما في داخل أنبوب الدوامة، فيمكن لسرعة الرياح أن تصل في بعض الأحيان إلى ١٢٠٠كم/ ساعة، حسب بعض التقديرات.

ونظرًا لسرعة التيارات داخل الإعصار، فإنها تولد قوة طرد مركزي، تؤدي إلى التفاف الهواء حول نفسه فينخفض الضغط بسرعة كبيرة بداخل الدوامة، ليصل إلى أقل من ٨٠٠ هيكتوباسكال (hPa هيكتو أي ١٠٠، Pa =باسكال، وهي وحدة قياس الضغط). وتنتقل الأعاصير اللولبية بسرعة تتراوح بين ٤٠ إلى ١٠٠ كم/ساعة، أما متوسط بقائها فيتراوح بين ٥ إلى ٣٠ دقيقة، ولكن البعض منها يمكنه البقاء لعدة ساعات.

تصنيف الأعاصير اللولبية والأضرار الناجمة عنها:

تصنف الأعاصير اللولبية إلى عدة أنواع، حسب سلم خاص بها يعرف باسم سلم فوجيتا "Fujita"، والذي يصنفها وفق سرعتها وحجم الدمار والخسائر التي تسببها. والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول ٢-١

طبيعة الأضرار	السرعة والأضرار	سلم فوجيتا
انكسار الأغصان الصغيرة في الأشجار ودفع المنازل المتحركة خارج الطريق.	أضرار خفيفة أقل من ١١٨ كم/ ساعة	F0
تمتص المياه، انقلاب المنازل المتحركة رأساً على عقب، واقتلاع الأشجار .	أضرار متوسطة من ١١٨إلى ١٨٠ كم/ ساعة	F1
تحطيم العديد من البنايات مع اقتلاع لأسطحها.	أضرار مهمة من ١٨١ إلى ٢٥٣ كم/ ساعة	F2
تحطيم جدران المباني، وتطاير الشظايا ذات الأحجام الكبيرة.	أضرار جد مهمة من ٢٥٤ إلى ٣٣٢ كم/ ساعة	F3
اقتلاع الأشجار الضخمة من جذورها، تحطم المباني القوية، وتطاير الأشياء التي يصل وزنها ١٠٠ كغ في الهواء	أضرار خطيرة من ٣٣٣ إلى ٤١٩ كم/ ساعة	F4
يخلف دمارا واسعا، اقتلاعا كليا للمباني من الأرض ويمتص ويقذف بالسيارات الأبقار... كالحجارة لمئات الأمتار.	أضرار جد خطيرة ومعتبرة من ٤٢٠ إلى ٥١٢ كم/ ساعة	F5

ويعتبر "التورناد" من أشد أنواع الرياح المدمرة على كوكب الأرض، فهو يستطيع أن يمتص الأشياء والأشخاص بشكل عنيف أو بشكل ألطف، بفضل التيارات الصاعدة التي لها من القوة ما يمكنها من تخفيف الصدمات.

وتسبب هذه الأعاصير اللولبية أضرارًا بليغة، خاصة في المنطقة التي تضرب فيها، بسبب الضغط المنخفض الذي تولده.

ومن مظاهر التورناد الممكن حدوثها أيضا، هو تكون ما يعرف بعمود الماء، ويحدث هذا عندما تتكون هذه العاصفة فوق مياه بحيرة أو نهر أو أي مسطحة مائية كبيرة، مما يؤدي إلى تكون عمود من الماء يرتفع إلى السماء، ويدور بسرعة تصل إلى أكثر من ٨٠كم/ ساعة.

أما المدة التي يبقى فيها هذا العمود، فهي أقصر من التورناد الذي يتكون على الأرض، وهو أقل حجما وضررا منه.

ومن أغرب مظاهر العواصف اللولبية، أنها تستطيع أن تحطم مدينة بأكملها عند مرورها، كما يمكنها أن لا تسبب أي ضرر، وأن لا تترك أي أثر لمرورها على مدن أخرى. وتستطيع كذلك أن تنزع سقف منزل بأكمله مع بقاء الأرض على حالها، ومن دقتها أن لها القدرة على تحطيم جهة واحد من شارع ما، مع بقاء الأخرى سليمة.

وفي الأخير، فإن أغلب النتائج المترتبة على هذه الأعاصير اللولبية، تتمثل في خسائر مادية (ملايين من اليورو في كل سنة)، تتعلق بالمحاصيل الزراعية، البنى التحتية والمساكن كما تتسبب في خسائر بشرية كبيرة.

توزيع الأعاصير اللولبية:

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكثر بلدان العالم تعرضا للأعاصير اللولبية، فهذا البلد يسجل ما بين ٧٠٠ إلى ١٢٠٠ تورناد في السنة.

وتسجل أغلب هذه العواصف بين شهري أبريل ويوليو ، أين يمكن تسجيل ما يفوق الـ ٤٠٠ تورناد في شهر مايو فقط. وفي كل سنة، يمكن تعداد ما نسبته ٣٠٪ من العواصف اللولبية العملاقة في ما يعرف "بطريق التورناد" Storm's Alley، حيث تلتقي التيارات الباردة القادمة من ألاسكا وجرينلند (Greenland) مع كتل الهواء الساخنة الصاعدة من المكسيك، وتتسبب في هلاك ٨٥ شخصًا في السنة في هذا البلد.

رابعًا : الكثبان الرملية المتحركة

وتمثل الكثبان الرملية المتحركة التي تحركها الرياح خطرا داهما على بعض القرى التي تقع على حافة الصحراء ، وعلى بعض الواحات وفي بعض الحالات غطت هذه الرمال قرى بأكملها وأتلفت حقولها وأفسدت تربتها الزراعية ... وبعض هذه الكثبان الرملية المتحركة بالغ الارتفاع، حتى أنه قد يغطي جذوع النخيل ولا يبقي منها إلا قممها التي كانت محملة بالثمار يوما ما .

وفي كثير من الأحيان، تزحف الصحراء بصورة تدريجية لتغطي التربة الصالحة للزراعة وتفسدها ، وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة "التصحر " أي تحول الأرض الخصبة القابلة للزراعة إلى صحراء جدباء وتحدث هذه الظاهرة في أفريقيا . وتزحف الصحراء عاما بعد عاما نحو الجنوب لتغطي مناطق شاسعة من إقليم السافانا ، وتزداد تبعا لذلك الرقعة التي يحدث بها التصحر كل عام ، وتمتد هذه الظاهرة كذلك من البحر الاحمر في شرق أفريقيا إلى المحيط الأطلنطي غربًا .

خامسًا : عواصف الرعد والبرق Thunderstorms

وهي عواصف تنشأ بفعل التيارات الصاعدة Convectional خلال فترة زمنية قصيرة،وتتخذ عواصف الرعد والبرق أدوارها في سحب المزن الركامية، ويسقط بسببها أمطار غزيرة جدًّا (قد يسقط خلال العاصفة الواحدة نحو ثلث مليون طن من الأمطار) خلال وقت قصير. وعلى ذلك ينتشر حدوث تلك العواصف في مناطق متفرقة من سطح الأرض وخاصة في المناطق المدارية الحارة الرطبة، التي تتعرض بكثرة للهواء الانقلابي الصاعد الحار الرطب، ولا تحدث في المناطق التي تتعرض للهواء البارد، كما هو الحال عند القطبين.

تعريف العاصفة الرعدية :

يدخل تحت اسم العاصفة الرعدية كل اضطراب جوي، يؤدي إلى حدوث ظواهر كهربائية مثل البرق الذي يكون مصحوبًا بالرعد على شكل دوي قوي أو هزيز مخنوق،

وتساقطات غالبا ما تكون شديدة على شكل أمطار، بَرَدْ أو خَشَفْ (حبات من الجليد الأبيض).

وتُعرّف المنظمة العالمية للأرصاد الجوية العاصفة الرعدية، على أنها ظاهرة جوية تتميز بدويين متتاليين للرعد، يمكن سماعهما من على سطح الأرض.

وتنشأ السحب التي تكون العواصف الرعدية من سحب منخفضة، تُعرف باسم Cumulonimbus، وهي سحابة يمكن أن تحمل بداخلها مئات الأطنان من المياه، البرَدْ والبلورات الجليدية.

وهي تعتبر من أشهر أنواع السحب وأكثرها قوة وتحمل في داخلها قوة ديناميكية هوائية خارقة، كما تحمل في باطنها أكثر الشحنات الكهربائية وأكثرها قوة، وبإمكان شرارة برق صادرة منها أن تمد مدينة بالكامل بالكهرباء ولمدة ليست بالقصيرة.

أنواع عواصف الرعد والبرق

يمكن تمييز عدة أنواع مختلفة من عواصف الرعد والبرق تبعاً لظروف النشأة، وتتمثل أهم العوامل التي تؤدي إلى نشأة عواصف الرعد والبرق فيما يلي:

أ- تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض (خاصة في المناطق القارية شاسعة الاتساع) للحرارة الشديدة صيفاً، فيصعد الهواء الانقلابي الساخن الرطب إلى أعلى مؤدياً إلى حدوث ما يسمى بعواصف الرعد والبرق الحرارية Heat Thunderstorm ويكثر حدوثها فيما بعد الظهر.

ب- تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض للحرارة الشديدة الناتجة عن حدوث الحرائق في الغابات والمصانع وصعود الهواء الساخن الرطب إلى أعلى ويتكون ما يسمى بعواصف الرعد والبرق الحرارية الصناعية Artificial Heat Thunderstorms.

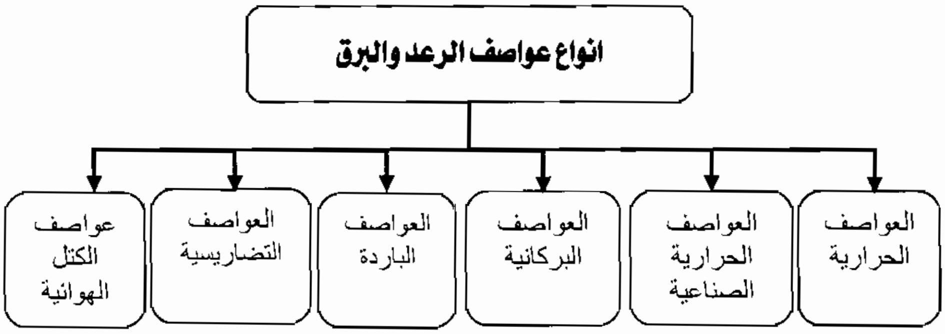
جـ-تعرض الهواء الملامس لسطح الأرض للحرارة الشديدة الناتجة عن الثورات البركانية، ويؤدي هذا إلى تكوين عواصف الرعد والبرق البركانية Volcanic Thunderstorms

د- تعرض الهواء الساخن الصاعد لكتل هوائية باردة في طبقات الجو العليا، ممايؤدي إلى حدوث عواصف الرعد والبرق الباردة Cold Air Thunderstorms، ويكثر حدوثها في فصل الشتاء.

هـ- قد تحدث عواصف الرعد والبرق عند صعود الهواء الساخن فوق السطوح الجبلية، وتعرف حينئذ بعواصف الرعد والبرق التضاريسية Orographic Thunderstorms، ويكثر حدوثها مساءً.

و- قد تحدث عواصف الرعد والبرق عند تقابل كتلاً هوائية مختلفة الخصائص الطبيعية (إحداها دفيئة والأخرى باردة) وتعرف في هذه الحالة باسم Air - Mass Thunder Storms.

ومما سبق يتضح أن عواصف الرعد والبرق تكاد تنتشر فوق معظم أجزاء سطح الأرض فيما عدا المنطقة القطبية.



ط- حرق الغابات كأحد المصادر الطبيعية لتلوث الهواء

تعد حرائق الغابات من أخطر المشكلات التى تواجهها البيئة بلا منازع، ويكون السبب الرئيسى فيها هو المناخ الجاف، وقد تستمر هذه الحرائق لأشهر، ليست لأيام فقط وينجم عنها العديد من المخاطر وخاصة لانبعاث غاز أول أكسيد الكربون السام .

وهناك عاملان أساسيان فى نشوب مثل هذه الحرائق عوامل طبيعية لا دخل للإنسان فيها مثل البرق والصواعق، وعوامل بشرية يكون الإنسان هو بطلها: ومن أشهر الأمثلة

على العوامل البشرية تلك الحرائق التى نشبت فى إندونيسيا فى جزيرتى "بورنيو " وسومارتا" ما بين عامى ١٩٩٧ - ١٩٩٨. وانبعث من هذه الحرائق غازات سامة غطت مساحة كبيرة من منطقة جنوب شرق آسيا مما نتج عنه ظهور مشكلات صحية وبيئية، وقد نشبت الحرائق فى حوالى ٨٠٨ مواقع تم تحديدها بصور الأقمار الصناعية وقدرت المساحة التى دمرتها الحرائق بحوالى ٤٥٦.٠٠٠ هكتاراً. ويرجع السبب الأساسى وراء هذه الحرائق تحويل إنتاج هذه الغابات من خلال إحلال زراعة النخيل لإنتاج الزيوت .

ورغم أن مصدر هذه الحرائق معروف إلا أنه في أغلب الأحيان تتهم الطبيعة بكونها سبب تلك الحرائق، والسؤال الذي يطرح نفسه حاليا: هل التغيرات المناخية مسئولة عن حرائق الغابات؟ وما هي درجة مسئولية البشر في تلك الحرائق؟ وماذا يمكننا أن نفعل من أجل تجنب حدوث مثل هذه الكوارث مستقبلا؟ ناهيك عن الخسارة الفادحة للأخشاب والثروة النباتية والحيوانية والبشرية لأن الغازات السامة لهذه الحرائق تمتد إلى البلدان المجاورة ولا تقف عند حدود دولة بعينها.

ومن الأمثلة الأخرى لحرائق الغابات تلك الحرائق التى نشبت فى البرازيل عام ١٩٩٨ والتى قضت على ما يفوق على المليون هكتار من غابات الساڤانا، وقد عانت المكسيك أيضاً من الجفاف على مدار سبعين عاماً كما أدى إلى نشوب الحرائق لتقضى على حوالى ٣.٠٠٠ متراً مربعاً من الأرض وانتشار دخانها إلى جنوب الولايات المتحدة الأمريكية .

ويمكننا وصف حرائق الغابات بأنها أعظم كارثة بيئية هـذا العقد، وكارثـة أجيال لا تستطيع اتخاذ أية إجراءات وقائية بعيداً عن السياسات والحكومات، ولكن عليها أن تدفع الثمن وتتحمل العواقب. ومن المؤسف أنه لا توجد هيئة جادة ترغب فى حماية مصالح هذه الأجيال المجهول مصيرها.

ظاهرة النينو

ظاهرة النينيو والإنسان ، هما السبب الرئيس لهذه الحرائق، وتعرَّف ظاهر النينيو بأنها عبارة عن "خلل" مناخي يحدث تقريبًا كل ثلاث سنوات، عندما تهب رياح الصَّابيَات أو

النُّكَيْبَات (التي تهب من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي) على المحيط الهادئ وبعد أن تفقد قوتها تكوِّن كتلة كبيرة من الهواء الساخن، يمكن أن يساوي حجمها مساحة الولايات المتحدة الأمريكية.

وعادة ما تتسبب الرياح في انحصار هذه الكتلة بالقرب من إندونيسيا لتتسرب نحو سواحل البيرو، ثم تعود بعد ذلك وتأخذ عكسيا نفس المسار.

وتعرف هذه الحركة بأنها جزء من نظام لتغير المناخ، يعرف اختصار باسم إينسو Enso،El Niño Southern Oscillation، والذي كان سببا في جميع الاضطرابات المناخية على كل كوكب الأرض بين سنتي ١٩٩٧م و١٩٩٨م.

وقد تسببت هذه التقلبات المناخية في تغيرات كبيرة لاتجاهات الرياح، مما أدى إلى نشوء تيارات هوائية جد قوية، مما ساعد في زيادة عدد حرائق الغابات وساهم في انتشارها السريع. غير أن الإنسان يبقى المسئول الرئيسي المباشر لحرائق الغابات في أمريكا الجنوبية، وذلك راجع للممارسات الشائعة في استغلال الأراضي الزراعية الجديدة عن طريق حرق الغابات، وهو ما تسبب في سنة ١٩٩٨م بالبرازيل في احتراق غابات ولاية أمازونين روريما بسبب هذا النوع من الممارسات.

الأثر البيئي لحرائق الغابات[*]

تنبعث من الحرائق التي تحدث في الغابات والـمَنَابت الأخرى غازات وجسيمات تؤثِّر على تركيب الغلاف الجوي على الصعيدَيْن المحلي والعالمي. وتشتمل الملوِّثات الواسعة الانتشار على مواد جسيمية particulate، وعلى أكاسيد النتروجين، وثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون. وتعتبر الجسيمات الدقيقة التي يحملها الهواء (والتي يقل قطرها عن ٢.٥ ميكرومتر) أكثر الملوِّثات تأثيراً على الصحة. ومن الأرجح أن تترسب هذه الجسيمات في الأجزاء السفلى من الجهاز التنفسي، حيث يمكن أن تؤدي إلى مشكلات

[*] Schwela D *et al.* Health guidelines for vegetation fire events. Geneva, World Health Organization, 1999..

صحية متعددة من جرّاء طبيعتها الفيزيائية والكيميائية. ويزيد استخدام حرائق النباتات بُغيةَ تخليص الأراضي من الأعشاب إلى سرعة تغيُّر البيئة وتدهورها. وغالبًا ما تكون هذه الممارسات نتيجةً للفقر.

ونظراً لما لحرائق النباتات من آثار بعيدة المدى، فإن هذه الحرائق يمكن أن تتطوَّر من كارثة طبيعية إلى طوارئ أشد تعقُّداً نتيجةً لحركات السكان وآثارها على اقتصاد البلدان المتأثِّرة وأمنها. وتوفِّر الدلائل الإرشادية الصحية لمنظمة الصحة العالمية حول حرائق النباتات دليلاً لتنفيذ نظام للإنذار المبكر لحماية الجمهور من الآثار الصحية للدخان والضباب الناتجين عن حرائق النباتات، ومن ثـَمَّ مساعدة الحكومات على التصدِّي لهذه الأحداث المتكررة.

د- الرذاذ المتصاعد من البحار والمحيطات كأحد الملوثات الطبيعية للبيئة

تشترك مياه البحار والمحيطات في دفع الكثير من الشوائب في الهواء ، فعند هبوب ريح قوية على سطح البحر فإنها تحمل معها رذاذًا دقيقًا من الماء المحتوي على بعض الأملاح الذائبة في مياه البحر (يتراوح حجم هذا الرذاذ الدقيق من ١-١٠ ميكرون) وتحمل الرياح القوية هذا الرذاذ معها إلى داخل الشواطيء لمسافة قد تصل إلى عدة كيلومترات .

وعندما يتبخر هذا الرذاذ تبقى الأملاح الذائبة فيه معلقة بالهواء ، وتحملها التيارات الهوائية إلى كل مكان ، وتملا طبقة التربوسفير ثم تعود لتسقط على سطح الأرض مع الأمطار أو الجليد ، ويقدر ما تحمله الرياح كل عام نحو مليار طن من هذه الأملاح من مياه البحار والمحيطات . ومن الشواهد التي تدل على وصول رذاذ البحر الملحي إلى مناطق بعيدة . فقد قام العلماء بتحليل عينات من الجليد القطبي ووجدوا في هذه العينات الكثير من الأملاح (مثل أملاح الكلوريدات والنترات والكبريتات) وهذه الأملاح للعناصر الفلزية الآتية (الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم)، بالاضافة إلى القليل من أملاح الحديد والكوبالت وغيرها . وهذه الأملاح لاتتوافر إلا في مياه البحار

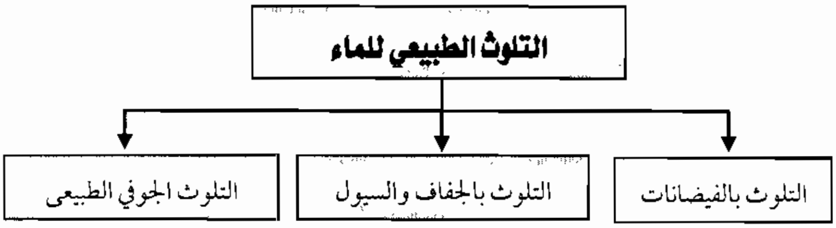
والمحيطات والتي يعتقد أن الرياح دفعتها على هيئة أيروسولات في الهواء ثم سقطت على سطح الأرض مع الجليد ، كما لوحظ أن بعض هذه الشوائب تحمل نسبة كبيرة من الفلزات الثقيلة تزيد عما يوجد منها في مياه البحار والمحيطات (مثل النحاس والزنك والرصاص والحديد والكوبلت) ولابد ان هذه الشوائب نتجت عن النشاط الصناعي للإنسان وتعلقت بالرذاذ الملحي المنطلق من البحار .

٢-٣. التلوث الطبيعي للمياه

التلوث الطبيعي للمياه موجود في كل مكان، وكل زمان، فمخلفات الحيوانات والنباتات تجد طريقها دائماً إلى الماء. فكلما تدفقت المياه الجارية على السطح التقطت فضلات عضوية ورواسب ومواد معدنية وكائنات ممرضة . وقد زاد الإنسان من التلوث الطبيعي للمياه عن طريق نشاطاته التي تحد من الغطاء النباتي، مثل قطع الأشجار والغابات، مما يوجد خللاً في النظام الأيكولوجي، ويزيد من نسبة الجريان السطحي ووصول الملوثات الطبيعية العضوية والمعدنية والحيوية إلى الأنهار والبحيرات. ومع أن الملوثات الطبيعية هذه قد لا تكون سامة بشكل مباشر كالطين مثلاُ، إلا أنها تحدث خللاً في النظام البيئي إذ تصبح مياه الأنهار والبحيرات عكرة، مما يقلل من نسبة الأشعة الشمسية التي تخترق داخل الماء وما يترتب عليه من تناقص الإنتاج النباتي، ومن ثم انخفاض في أعداد الحيوانات في هذه المياه أو هجرتها كليًّا من هذه المياه إلى أماكن أخرى .

والعواصف يمكن أن تولد كميات هائلة من الصرف الذي ينقل الملوثات المختلفة إلى مصادر المياه. كما أن الحرائق تدمر الغطاء النباتي وتسبب التلوث بالرواسب. من جهتها فان الزلازل يمكن أن تعمل على إلحاق الضرر بشبكات الماء والمجاري، وقد تعمل على تغيير اتجاه مجرى الجريان في الأنهار .

ومن المعلوم أن الغطاء النباتي علي سطح الكرة الأرضية يحد من التلوث الطبيعي للماء .



أ- الفيضانات كاحد مصادر التلوث الطبيعي للماء والتربة

تمثل الأمطار الساقطة أو الثلوج الذائبة أو كلاهما أهم مصادر المياه على سطح الأرض . وتفقد كميات من هذه المياه بفعل التسرب Infiltration خلال طبقات الأرض المنفذة للمياه، أو التبخر Evaporation، أو الامتصاص Absorption عن طريق الحياة النباتية، أو بفعلها جميعاً. أما الكمية المتبقية من المياه فإنها تغذي المجاري النهرية، وعندما لا يحدث هذا الفقد، بواسطة العوامل الطبيعية المختلفة، وتراكم الكتل المائية في المجاري النهرية، بصورة لا تتحملها القنوات أو المجاري المائية، فإنها تفيض على الجانبين، مهددة كل المظاهر العمرانية والحضارية بالدمار. وتحدث الفيضانات دون تحذير أو إنذار، وبصورة متكررة في العديد من الأنهار، عندما تزداد كمية التساقط على منابعها العليا.

ومن ثم فانه يمكننا تعريف الفيضانات بأنها ازدياد منسوب المياه المتدفقة بحيث تتخطى حواف الحواجز الطبيعية لمجرى الماء الحاوي لها (كالأودية ومجاري الأنهار) .

ولا تتوقف الفيضانات على الأنهار فقط، فقد أطلق بعض الباحثين على الأمواج العاتية، بسبب الرياح الشديدة أو بسبب الزلازل الفيضانات الساحلية.

العوامل المؤثرة في الفيضانات :

هناك العديد من العوامل التي تؤثر علي كمية وشدة الفيضان منها :

١- تساقط الأمطار الغزيرة وتؤثر فيها مجموعة عوامل، مثل : طول زمن الهطول، كبر حجم قطرات الماء (شدته وغزارته) ، ونفاذية التربة ، ومدى رطوبتها ومدى انحدارها ومدى توافر الغطاء النباتي .

٢ - انصهار الثلوج.

٣ - حدوث الأعاصير.

٤ - حدوث ظاهرة التسونامي وانهيار السدود.

١- تأثير الفيضانات علي البيئة

تؤثر الفيضانات في المناطق التي تحدث فيها ، وتسبب اختلالاً في التوازن البيئي عن طريق التأثير في مكونات النظام البيئي وتعزى آثارها إلى مقدار كميتها وسرعة تدفقها.

ولا تتوقف تأثيرات الفيضانات على تدمير ما يقابلها بل يشمل العديد من الأضرار البيئية ويمكن إجمال التأثيرات الضارة للفيضانات في الاتي :

- تدمير المظاهر العمرانية والحضارية.
- تهديد الحياة البشرية والنباتية.
- القضاء مع الكائنات الحية التي تعيش في مجرى النهر وعلى ضفافه.
- تعرية التربة الزراعية من إرسابات الأنهار الخصبة.
- القضاء على التربة الزراعية وإتلاف المحاصيل والنباتات الزراعية بها ، وتغيير تركيبها وتعرية المناطق المنحدرة
- إضعاف الطاقة الكهرومائية المولدة.
- غمر الأراضى والمنازل وموارد المياه القائمة وآبار المياه الجوفية والطلمبات الحبشية.
- جرف وإتلاف خطوط وشبكات ومحطات الكهرباء التي تكون في طريق الفيضانات الناتجة عن السيول الشديدة .
- جرف وإتلاف خطوط وشبكات ومحطات المياه والصرف الصحي التي تكون في طريق الفيضانات الناتجة عن السيول الشديدة

- تغير خصائص المياه الطبيعية فى المجارى المائية ومآخذ محطات التنقية فى مواسم الفيضانات والسيول التى تكسح أمامها المواد العالقة والطافية والملوثات الآدمية والحيوانية والنباتية والكيميائية والعضوية مما يشكل خطرا داهما على صحة الإنسان وعبئًا على عمليات تنقية المياه وكفاءة خطرات التنقية والتعقيم لشدة تلوث مياه المأخذ .
- انتشار البرك والمستنقعات علي جانبي النهر بعد الفيضان مما يجعل مناطق الفيضان بيئة مناسبة لتوالد الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض ، وتزداد الأمراض المصاحبة لتلك الكائنات الضارة.
- نزوح الأهالى إلى مناطق إيواء قد تكون غير مزودة بمقومات البيئة الأساسية "مياه الشرب والصرف الصحى ".

وتجدر الإشارة إلى أن هناك علاقة طردية بين سرعة التيارات المائية وكميتها من جهة، وأضرار الفيضانات من جهة أخرى، بمعنى أنه كلما زادت سرعة التيارات المائية وكميتها، زادت معها الأضرار التي تسببها الفيضانات.

٢- الآثار الإيجابية للفيضانات

للفيضانات بعض الآثار الإيجابية على البيئة منها:

١ - إزالة نفايات النظام البيئي من مجرى المياه.

٢ - صرف مسببات الأمراض التي ربما تتواجد في طريق الفيضان إلى البحار ، حيث يتم التخلص منها بسبب ملوحة مياهها.

٣ - تغذية خزانات المياه الجوفية.

٣- السيطرة على الفيضانات

حاول الإنسان منذ القدم السيطرة على الفيضانات بعدة طرق أساسية، مثل استزراع الغابات Reforestation، وعمل القناطر والسدود لضبط مياه الأنهار، والمفيضات

Floodways، وهي قنوات صناعية، تحفر بجوار الأنهار لاستقبال المياه الزائدة عنها. فقد أقام الصينيون القدماء العديد من السدود لمنع فيضانات نهر الهوانجهو، ويعد فيضان سنة ١٨٨٧م من أسوأ الفيضانات، التي حدثت في الصين، إذ اخترق الهوانجهو كل السدود، التي تعترض مجراه، ودمر المناطق السكنية، وقتل أكثر من مليون نسمة. ونظراً لكثرة فيضاناته أُطلق عليه نهر الكوارث. وهناك العديد من المشاريع الهندسية المُقامة على العديد من الأنهار ، لضبط مياهها والتحكم فيها، وتتصدر الولايات المتحدة دول العالم في هذه المشاريع، حيث يتوافر فيها أعداد كبيرة من السدود المُشيدة على عدد من أنهارها، ويأتي في مقدمتها سدود وادي تنسي Tennessee، التي تبلغ واحد وثلاثين سدًّا.

معالجة أخطار الفيضانات:

يمكن تقليل أثر الفيضانات بإتباع ما يأتي :

- بناء الجدران الاستنادية ، وزراعة الأشجار حولها.
- المحافظة على الغطاء النباتي القائم.
- عمل مفيضات للأنهار ذات الفيضانات الشديدة ، وهي قنوات صناعية تستقبل المياه الزائدة .
- حراثة الأرض بشكل يتعامد مع الانحدار.
- بناء السدود في المواقع المحتمل حدوث الفيضانات منها.
- تحديد مساحة معينة من مجرى الماء أو النهر بحيث تعد حرماً للوادي ، تعتمد على مدى ارتفاع منسوب مياه الفيضان ، ويمنع إقامة منشآت سكنية أو صناعية عليها .

ب- الجفاف والسيول كأحد الملوثات البيئية الطبيعية [*]

ظاهرة يحدث فيها نقص شديد في تساقط الأمطار وجفاف الطقس لفترات زمنية طويلة مما يؤدي نقص موارد الماء وتدهور الأراضي الزراعية وتصحرها وتأثر الثروة

[*] Water and health: World Water Day 2001 fact sheet. Available

الحيوانية، وبالتالي حدوث المجاعات والنقص الشديد في توافر المواد الغذائية. وعلاقة ظاهرة الجفاف بالتصحر والأنشطة التنموية علاقة معقدة. وتحدث ظاهرة الجفاف عادة في الأماكن المعرضة للتصحر وتجريف الأرض الزراعية، ويكون ذلك نتيجة ظاهرة البيت الزجاجي والتغيرات المناخية. ويؤدي نقص الرقعة الزراعية وإزالة الغابات إلى تغير حرارة الطبقة العليا للتربة ورطوبة الهواء ومن ثم يؤثر في مسارات الكتل الجوية وبالتالي تساقط الأمطار. وتعاني من ظاهرة الجفاف مناطق عديدة من أفريقيا وآسيا والمنطقة العربية.

ينجم عن الجفاف drought وما يترتب عليه من مجاعات وقوع حوالي نصف ضحايا الكوارث الطبيعية [**] وتنجم الوفيات المرتبطة بالجفاف، بصفة أساسية، عن نقص الغذاء وتفاقم سوء التغذية الموجود أصلاً، إلا أن الوفيات قد تحدث أيضاً من جرَّاء تضافر الكرب الحراري والتجفاف dehydration. وتشمل آثار الجفاف الأخرى زيادة الوقت الذي يُصرَف في سبيل الحصول على المياه، وزيادة تكلفة الضخ نتيجةً لانخفاض مستوى الوِفاض (الخزان الجوفي) aquifer، والتدهور الشامل في جودة المياه. كما يؤثّر الجفاف تأثيراً كبيراً على انتقال الأمراض الـمُعْدِية بسبب تناقص المياه المتوافرة للشرب والتصحُّح الشخصي. وقد يرتفع معدل الإصابة بالتراخوما (الحَثَر) والجرب، كما تزيد احتمالات شرب المياه غير المأمونة. وتشمل الآثار الصحية الممكنة الأخرى زيادة خطر الإصابة بالملاريا وزيادة احتمالات حدوث حرائق الغابات.

وتشمل الآثار المبكرة للسيول الوفاة بسبب الغرق والحوادث مثل السقوط، والصدمات الكهربائية (الصعق)، والانهيارات الأرضية. فقد يفقد الناس مساكنهم كما يفقدون مصادر الغذاء ومياه الشرب. وفي البلدان الدافئة يمكن أن توفّر مياه الفيضانات ظروفاً مثالية لتوالُد البعوض وذلك بتكوينها العديد من البرك والمستنقعات الصغيرة ،

[**] *El Niño and health*. WHO Task Force on Climate and Health. Geneva, World Health Organization, 1999.

وتزيد من خطر الإصابة بأمراض مثل حمى الضنك،والملاريا ، وحمى الوادي المتصدِّع. كما أنها تؤدي إلى نزوح أعداد هائلة من القوارض التي قد تسبِّب تفشِّي داء البريميات leptospirosis وعدوى فَيْروس هانتا Hantavirus بين البشر. وإضافةً إلى ذلك فإن الضائقة النفسية الناتجة عن التعرُّض للسيول قد تستمر مدة طويلة بعد انحسار مياه السيول.

تأثير السيول على البيئة

تتشابه السيول مع الفيضانات في بعض الآثار البيئية السلبية، وعمومًا يمكن إجمال التأثيرات الضارة للسيول في الآتي :

١ - تتدفق المياه على المنحدرات والمناطق المرتفعة على هيئة سيول تشق طريقها عبر الأودية والممرات وأسطح المنحدرات لتصل الى المناطق المنخفضة حاملة معها كميات ضخمة من التربة المنجرفة.

٢- تتدفق التربة المنجرفة التى تحملها السيول فى شبكات تصريف مياه الامطار والسيول؛ مما يقلل من كفاءة التصريف ومع مرور الوقت واستمرار تدفق كميات اضافية من التربة المنجرفة يتوقف التصريف تماما وتتراكم المياه فوق سطح الارض.

٣ - حدوث انجراف شبه مستمر للتربة من جوانب الطرق والجسور ومن الساحات الترابية المنتشرة على جوانبها مما يشكل عبئا كبيرا على عمليات تصريف المياه.

٤ - الانضغاط الميكانيكى للتربة واختفاء الغطاء النباتى نتيجة السيول المستمرة يتسبب في زيادة معدلات الجريان السيلي وانجراف التربة بفعل المياه الجارية؛ وذلك بسبب انسداد مسام وفجوات التربة مما يفقدها قدرتها في تخزين مياه الأمطار.

٥ - قد تحدث انهيارات أرضية ببعض الطرق تصل أعماقها الى خمسة أمتار مما يشكل خطورة كبيرة للسيارات المتحركة على هذه الطرقات .

الحد من خطورة السيول ومواجهتها

يمكن الحد من خطورة السيول المدمرة عن طريق الأساليب الآتية:

١- وضع منظومة متكاملة لمجابهة السيول تتمثل فى وقاية المناطق السكنية وغيرها من المنشات الحيوية من الآثار المدمرة للسيول وذلك باستخدام تقنيات حجز وتجميع مياه السيول والحد من تدفق التربة الصحراوية المنجرفة مع المياه في شبكات التصريف لتجنب عرقلة الصرف وتراكم المياه على الارض.

٢ - إنشاء السدود والخزانات السطحية لحجز وتجميع مياه السيول ومنع وصولها للاهداف الحيوية.

٣ - فتح مسام التربة وتنشيط إمكاناتها لاستيعاب كميات من مياه الأمطار لتقليل كميات المياه الجارية على سطح الأرض وتغطية التربة العارية على جوانب الطرق الرئيسية بمواد مثبتة لمنع انجرافها بواسطة مياه الأمطار والسيول.

٤ - إنشاء مخرات ومجارٍ للسيول لتنحدر فيها السيول بعيدًا عن المنشآت والمرافق المدنية .

٥ - الصيانة الكاملة لشبكات صرف المياه السيول في حال تواجدها مع التأكد من عدم استخدامها فى أغراض أخرى.

٦ - عدم بناء أية منشآت مدنية في ممرات السيول .

٧ - توفير نظام للإنذار المبكر لاتخاذ التدابير الوقائية للتخفيف من آثارها.

- التلوث الطبيعي للمياه الجوفية

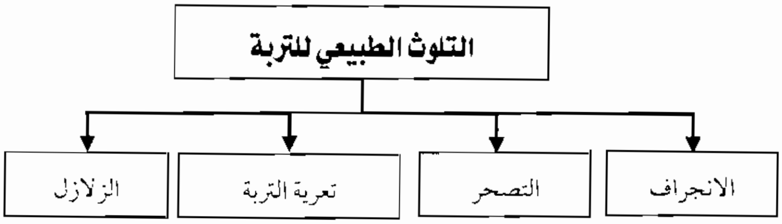
يمكن أحيانًا أن تصاب المياه الجوفية بالتلوث دون أن يكون الإنسان وراءه. ويتوقف الأمر على التركيبة الجيولوجية لطبقات الأرض التي تتحرك خلالها المياه الجوفية. وتتحرك المياه الجوفية عبر طبقات صخرية وطينية تحتوي على طائفة واسعة من العناصر مثل الماغنسيوم والكالسيوم والكلوريد . وتحتوي الجدران الداخلية لخزانات المياه الجوفية على

تركيزات طبيعية عالية لمكونات قابلة للذوبان مثل الزرنيخ، والبورون والسلينيوم . ويتوقف تأثير مصادر التلوث الطبيعية هذه على نوع الملوثات وتركيزها ،ومن العناصر الموجودة في التربة التي يمكن أن تتحول إلى ملوثات تنتقل إلى المياه الجوفية العناصر الآتية:

الألومنيوم	الباريوم
الكروم	الكلوريد
الرصاص	الزئبق
السليوم	الصوديوم
الزنك	الزرنيخ
الكلور	النحاس
الحديد	المنجنيز
النيترات	الفضة
الكبريتات	

٢-٤. التلوث الطبيعي للتربة

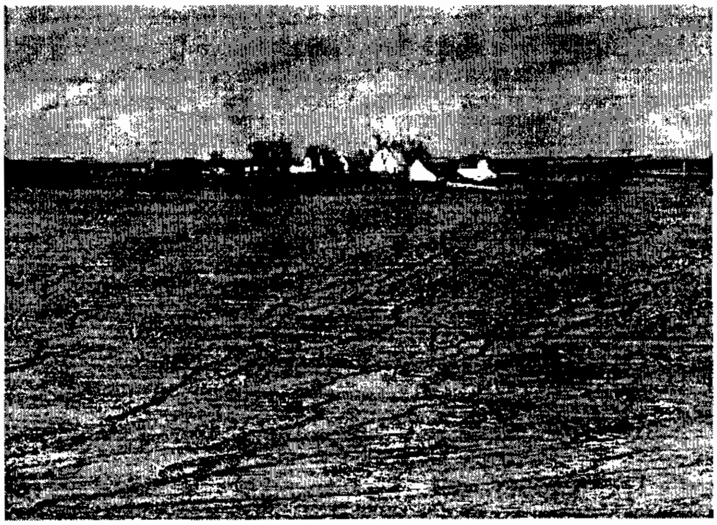
وبالنسبة للتربة فإن أهم مظاهر التلوث الطبيعي تتمثل في الانجراف والتصحر والتعرية .



أ- الانجراف

وهو عبارة عن ظاهرة طبيعية تتمثل في تفتيت وتأكل التربة ونقلها بفعل العوامل المناخية وأهمها الرياح والمياه. ويمكن تقسيمه إلى انجراف مائي وانجراف ريحي. وتعد هذه الظاهرة من أخطر العوامل التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية .وتكمن خطورته في

سرعة حدوثه؛ حيث يتم ذلك خلال عاصفة مطرية أو هوائية واحدة فيها نجد أن تكون التربة يتم بسرعة بطيئة جدًّا. وكذلك تزيد كمية العناصر المفقودة من التربة بسبب الانجراف الريحي والمائي أضعافًا كثيرة عن الكميات التي تزال بفعل المحاصيل المزروعة أو بصفة طبيعية وتقدر الأراضي الزراعية التي خربت في العالم خلال المائة سنة الأخيرة بحوالي ٢٣٪ من إجمالي الأراضي المزروعة.



صورة تبين انجراف الطبقة السطحية للتربة بفعل المياه.

الأضرار الناجمة عن انجراف التربة

أ. تدني خصوبة التربة.

ب. فقدان كمية أكبر من الأمطار.

جـ. زيادة وعورة الأراضي الزراعية.

د. ردم قنوات الري والصرف وخزانات المياه.

هـ. ردم الأراضي الزراعية والمنشآت.

و. تلوث المياه السطحية.

ز. تلوث الهواء.

ح. اختلال الاتزان الحيوي في الأنهار والبحيرات.

ب- التصحر Desertification

التصحر هو فقدان للتربة لقدرتها البيولوجية حيث يؤدي إلى تدهور الأرض في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها، ويؤدي ذلك إلى فقدان التربة الفوقية ثم فقدان قدرة الأرض على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية. ويؤثر التصحر تأثيرًا مفجعًا على الحالة الأقتصادية للبلاد، حيث يؤدي إلى خسارة تصل إلى ٤٠ بليون دولار سنويًّا في المحاصيل الزراعية وزيادة أسعارها.

وقد ينتج **التصحر** بسبب عوامل مناخية (الجفاف وندرة الإمطار)، أو بسبب ازدياد نسبة الملوحة أو زحف الرمال .

للتصحر مؤشرات طبيعية وأخرى بشرية ورغم الاقتناع بأهمية الأخيرة وكونها وثيقة الصلة من قلب المشكلة إلا أن الدليل على وضعها كأساس للقياس لم يتوافر بعد بشكل نظامي وفي ضوء الكثير سن الاعتبارات الأخرى ثبت أنه من الصعب مراقبتها لذلك لم تستخدم كمؤشرات أولية في تقييم برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

حالات التصحر

يقصد بحالة التصحر هو درجة شدة أو حدة التدهور في القدرة البيولوجية للبيئة، والتي تتدرج بين التصحر الطفيف و**التصحر** الشديد جدًّا .

تصنيف على أساس مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر في نيروبي ١٩٧٧ في أربعة أنواع هى :

- تصحر طفيف.

- تصحر معتدل.
- تصحر شديد أو قاسٍ.
- تصحر شديد جدًّا أو قاسٍ جدًّا.

مخاطر التصحر

- خسارة في التنوع البيولوجي.
- تعرية التربة.
- تدهور الدورة الهيدرولوجية.
- اللاجئون البيئيون.
- الأضرار الاقتصادية.

آثار التصحر البيئية

ينتج عن التصحر مجموعة من الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية، تؤثر بشكل مباشر على الإنسان، وتغير من نمط حياته ومستوى معيشته ومنها :

١ - انخفاض إنتاجية الأنظمة البيئية المتصحرة، أو التى فى طريقها للتصحر سواء أكانت مراعٍ طبيعية أم غابات أم أراضٍ زراعية.

٢- يؤدى التصحر إلى تسارع هجرة سكان الريف والرعاة والبدو طلباً للرزق ورغبة فى حياة أفضل، بعد أن انخفض إنتاج أراضيهم وتحول جزء منها إلى صحراء أو شبه صحراء، وينتج عن هذه الهجرة ضغط متسارع على المدن وعلى مواردها بشكل أكبر مما تتحمله.

٣- يؤدى التصحر إلى انخفاض حجم الموارد الزراعية وخسارة فى الأراضى القابلة للزراعة وتقلصها، ويؤثر على الاقتصاد القومى، نظراً للضرر الذى يصيب أحد الموارد الطبيعية الأساسية وهو الأرض.

٤- كما يؤدى التصحر إلى تقلص رقعة أراضي الغابات والمراعى الطبيعية، ويؤثر ذلك على الدخل القومى للبلدان العربية نظراً لانخفاض العوائد المادية من منتجات الغابات والمراعى الطبيعية، كذلك الحال بالنسبة للدول التى تعتمد على قطاع السياحة، حيث تقل أماكن الترفيه والاستجمام.

٥ -يؤدى التصحر إلى مجموعة من الآثار البيئية الضارة المحيطة بالإنسان ، حيث تشكل الكثبان الرملية وما ينتج عنها من زحف الرمال، من طمر للمناطق السكنية والمزارع والطرقات وسكك الحديد للقطارات وتلوث الجو بالغبار والأتربة، كذلك تقلص التنوع الحيوى بالإضافة إلى تغير في المناخ المحلى على المدى البعيد.

سبل مكافحة التصحر

لمكافحة التصحر هناك عدة إجراءات منها:

١- توفير قاعدة المعلومات اللازمة لتحديد طرق المكافحة (معلومات مناخية- معلومات عن الغطاء النباتى- معلومات عن التربة- معلومات عن الإنتاج الزراعى والحيوانى- معلومات عن الممارسات البشرية- معلومات عن التغيرات الاجتماعية والاقتصادية).

٢- المحافظة على الموارد المائية التقليدية وحمايتها من التلوث، وتنمية المصادر غير التقليدية مثل: حصاد مياه الأمطار، وتحلية مياه البحار، واستخدام المياه العادمة (مياه الصرف الصحى).

٣- فى مجال الغابات، محاربة القطع الجائر للغابات، إنشاء المحميات الطبيعية، استزراع الغابات فى المناطق المتدهورة، إنشاء الغابات الشعبية، إعادة تعمير بعض الغابات ذات الأنواع المهمة كالصمغ العربى، وسن التشريعات والقوانين لحماية الغابات والمراعى.

٤- فى مجال التربة، الحفاظ على التربة من التعرية الهوائية والمائية وتثبيت الكثبان الرملية، محاربة تملح وتغدق التربة بواسطة برامج لترشيد استخدام المياه فى

الري، مكافحة تلوث التربة الناتج عن الاستخدام غير الرشيد للأسمدة والمبيدات الكيماوية وغير ذلك من الوسائل لتحسين بناء التربة وتحسين ظروف الأراضي.

٥ - تعزيز التشريعات والقوانين التى تساهم فى مكافحة التصحر وترشيد استخدام الأراضي

٦ - حماية الموارد المائية من التلوث.

جـ- تعرية التربة وسفي الرمال

من أهم مشكلات التربة مشكلة **تعريتها** وخاصة فى الأرض الزراعية ومن أهم أسباب تعرية تربة الأرض الزراعية هبوب الرياح القوية.

وتكون تعرية التربة عن طريق الرياح القوية اكبر فى المناطق الجافة؛ خاصة إن لم تكن هناك محاصيل فى الأرض أو كانت هذه المحاصيل فى بدء نموها . وتعتبر الرياح خطرة على الزراعة عندما تزيد سرعتها عن ٣٣ عقدة والعقدة هي وحدة سرعة تساوى ميلاً بحريًّا فى الساعة . وقد حدثت زوبعة هوائية عنيفة على بريطانيا استمرت مرة أربعة أيام من ١٦ ـ ٢٠ مارس ١٩٦٨ حين هبت الرياح القوية عبر الهور فى منطقة أنجليا الشرقية East Angrier بسرعة تتراوح بين ٢٠ـ ٤٠عقدة . وحيث إن هذه المنطقة مكشوفة وتربتها خفيفة بجانب أن الجو كان جافًّا ولم يكن هناك غطاء نباتي يحمى التربة فقد نقلت الرياح جزءا كبيرا من التربة امتلأت به القنوات والطرق فى المنطقة بالتربة المنقولة الأمر الذي استدعى الاستعانة بكاسحات الثلج لإزالة التربة المتراكمة فوق الطرق . ولم تحمل الرياح التربة فحسب بل حملت معها أيضا البذور والمخصبات بحيث بلغت الخسارة بالنسبة لبعض الفلاحين فى المنطقة حوالي ٢٥ جنيهاً استرلينيًّا للفدان الواحد . ويقول الأخصائيون البريطانيون إنه كان من الممكن تجنب هذه الأضرار لو كانت هناك مصدات للرياح فى شكل أشجار أو أسوار عشبية . وجدير بالذكر أن هذه الأسوار العشبية كانت منتشرة فى بريطانيا فى القرن الثامن عشر ولكن فى القرن الحالي بدأ كثير من المزارعين فى إزالتها بحيث يقدر طول الأسوار التي تزال سنويًّا بحوالي ٥٠٠٠ ميل.

وإذا كانت تعرية التربة بسبب الرياح قد حدثت على نطاق واسع فى بريطانيا فى منطقة أنجليا الشرقية عام ١٩٦٨ فإنها دون شك كثيرة الحدوث فى مصر وخاصة أن مناخ مصر جاف على وجه العموم، وخاصة فى فترة هبوب رياح الخماسين فى فصل الربي،ع كما أن حدوث التعرية يكون أكثر بالنسبة للأراضي الزراعية التى توجد داخل أو قريبة من الأراضي الصحراوية مثل الواحات أو أراضي الاستصلاح الزراعي فى التحرير الجنوبى والشمالي ومريوط أو أراضى براري شمال الدلتا.

ونجد إن هذه الأراضي في شمال الدلتا بجانب تعرضها لتعرية التربة تتعرض أيضا لسفى الرمال التي تحملها إليها الرياح الشمالية من الكثبان الرملية الواقعة بالقرب من الساحل فترسبها فوق هذه الأراضي؛ وخاصة أن بعضا منها يكون مستواه دون مستوى سطح البحر. وتحدث ظاهرة سفي الرمال هذه في جميع الأراضي الزراعية القريبة من أراضى صحراوية؛ خاصة تلك القريبة من الكثبان الَرملية.

وقد شوهدت ظاهرة سفي الرمال على نطاق واسع فى القطاع الجنوبي من مديرية التحرير بحيث رسبت الرمال المنقولة والمصارف في القيعان والجوانب وكذلك على الطرق. وقد انتشرت ظاهرة السفى بصفة خاصة في المناطق التي لم تزرع بها الأشجار إما فى المناطق الأخرى التي زرعت فيها أشجار الكازورينا وغيرها على ضفاف القنوات وحول الحقول وخاصة حقول الفاكهة، فإن ذلك ساعد كثيرا على حماية التربة في هذه المناطق المشجرة من التعرية وساعد على حماية القنوات والمصارف والطرق من سفي الرمال. هذا ونشير هنا إلى الفائدة الكبرى لزراعة الأشجار على ضفاف القنوات والمصارف وحول الحقول فى مصر وذلك لأنه بجانب فائدتها في تثبيت التربة وحمايتها من التعرية وحماية القنوات والمصارف وهى حيوية للرى والصرف في جميع أنحاء مصر_ من سفي الأتراب والرمال، فإنها تساهم في تلطيف حرارة الجو وتهيئة بعض الظلال صيفًا، كما إنها توفر المكان لتعشيش الطيور المفيدة، وهي تساعد على المحافظة على الدورة الطبيعية للبيئة هذا بجانب ما توافرت من مناظر جميلة وتنسيق للبيئة، ويضاف إلى كل هذه الفوائد للأشجار بالنسبة للبيئة الطبيعية والرتبة فائدتها الاقتصادية من حيث كونها

موردا للأخشاب وهي سلعة نحتاج إليها احتياجا شديدا في مصر لهذه الأسباب مجتمعة يجدر بنا أن نهتم كل الاهتمام بعملية التشجير في مصر في جميع أراضى وادي النيل الدلتا، وربما يجب إعطاء أهمية متزايدة للتشجير في أراضى الواحات ومناطق الاستصلاح الزراعي، التي تقع قريبة من الصحراء أو في براري شمال الدلتا .

د- الزلازل كأحد الملوثات البيئية الطبيعية

الزلزال أو الهزة الأرضية، هو عبارة عن ظاهرة طبيعية تنتج من تحرير مفاجيء لطاقة مخزنة تتحرر نتيجة تحرك واحتكاك لمختلف الصفائح الأرضية. وتحدث أغلب الزلازل في أماكن التقاء الصفائح الأرضية ومناطق التصدعات (الزلازل التكتونية)، كما يمكن حدوثها كنتيجة لأنشطة البراكين أو نتيجة لوجود انزلاقات في طبقات الأرض.

وتحدث الكثير من الزلازل يوميا، إلا أن أغلبها لا يشعر بها الإنسان ، ويسجل سنويا حوالي ١٠٠ ألف زلزال عبر أرجاء العالم، حيث تصنف فيها الزلازل ذات القوة التدميرية الكبيرة ضمن الكوارث الطبيعية.

وتؤدي الزلازل إلى تشقق الأرض ونضوب الينابيع أو ظهور الينابيع الجديدة، أو حدوث أمواج عالية إذا ما حصلت تحت سطح البحر (تسونامي)، فضلا عن آثارها التخريبية للمباني والمواصلات والمنشآت ، إضافة إلى أنها قد تتسب في تلوث الماء .

ولقياس شدة الزلازل، يستعمل جهاز خاص يسمى المِرْجَافْ أو السيسموجراف، وهو عبارة عن آلة جد حساسة تسجل حتى الزلازل التي لا يشعر بها الإنسان ، ويسمى المكان الذي تحدث فيه الهزة الأرضية بـ"مركز الزلزال"، وهو يوجد إلى عمق ٧٠٠ كم، للهزات الأكثر عمقًا.

الزلازل البركانية :

تنتج الزلازل التي يكون مصدرها البراكين من تراكم للمواد المنصهرة داخل البركان قبل انفجاره، وهو الشيء الذي يسمح لعلماء الزلازل بتسجيل العديد من الزلازل الصغيرة، والتي تتولد من التشققات التي تحدث في داخل الصخور المضغوطة، أو نتيجة خروج الغازات المحجوزة من طرف الصهارة.

أما الارتفاع التدريجي لمركز الزلزال (الذي يرتبط بصعود المواد المنصهرة)، فهو دليل على أن البركان يوجد في مرحلة نشاط، وأن هناك انفجارًا بركانيًّا وشيك الوقوع.

الزلازل الناتجة من النشاطات البشرية أو الاصطناعية :

بالفعل، فالعديد من النشاطات البشرية، مثل النشاط المنجمي، الضخ العميق تحت الأرض، بعض الانفجارات العميقة أو التجارب النووية، يمكنها التسبب في حدوث هزات أرضية من ضعيفة إلى متوسطة الشدة، كما يمكن لبعض الظواهر الطبيعية أن تتسبب في حدوث هزات أرضية، مثل انزلاقات التي تحدث في طبقات الأرض.

الآثار الضارة للزلازل علي البيئة

وتؤدي الزلازل إلى الأضرار الآتية :

- تشقق الأرض والانهيارات الأرضية.
- ونضوب الينابيع أو ظهور الينابيع الجديدة.
- أو حدوث أمواج عالية إذا ما حصلت تحت سطح البحر (تسونامي).
- الأضرار التخريبية للمباني والمواصلات والمنشآت.
- انهيار المبانى والمنشآت وقتل وإصابات المواطنين وتشريدهم.
- تدمير البنية الأساسية من شبكات المياه والصرف الصحى والتيار الكهربائى والطرق ووسائل الاتصالات.
- توطين الناجين من الأهالى فى مناطق إيواء عاجلة "مدن الخيام"، وهى غير مزودة بمقومات البيئة الأساسية من مياه وصرف صحى.



الوقاية من الزلازل

عكس الكوارث الطبيعية الأخرى، تعتبر الزلازل من الظواهر التي يصعب التنبؤ بها على المدى القصير، والسبب في ذلك لا يرجع إلى انعدام المؤشرات وأجهزة القياس والكشف، ولكنه راجع إلى تعقيدات تعدد المعطيات التي يتوجب أخذها بعين الاعتبار في التنبؤ بهذه الظاهرة.

فالزلازل غالبًا ما تكون مسبوقة بهزات ارتدادية، وتغيرات في سطح الأرض وفي الحقل الكهربائي والمغناطيسي، كما يحدث تغيرًا في مستوى المياه الجوفية وفي إصدارات الغازات على طول خط التصدع.

وإلى اليوم، لم يتمكن العلم ولا التقدم التقني، من التنبؤ بحدوث هزة أرضية قبل عدة أيام أو أسابيع من ذلك، كما أنه تعذر تحديد مكان وقوع أي زلزال قوي بالضبط، إلا أنه يمكن فقط في بعض المناطق المعروفة جيولوجيا بنشاطها الزلزالي الكثيف، التنبؤ بوقوع زلزال عنيف خلال العقود القادمة.

كما أن تعذر التنبؤ بحدوث هزة أرضية، لا يمنع من تحديد المناطق، التي من المحتمل أن يحدث فيها زلزال كبير، وبالتالي يمكننا وضع شبكة من أجهزة السيسموجراف (وهي جهاز قياس الزلازل) في المناطق ذات الخطر الزلزالي.

وتُربط تلك الأجهزة بأنظمة تكون قابلة لمعالجة المعطيات المقدمة في وقت حقيقي، مما يسمح لها في بضع دقائق، حساب شدة ومركز كل هزة، وبالتالي يسهل بعد ذلك القيام بتنظيم وتوجيه عمليات الإنقاذ.

وحتى وإن أصبحنا اليوم نعرف الكثير عن مصدر الزلازل، إلا أن معلوماتنا تبقى محدودة عن تتالي الأحداث التي تسبق الهزة، وعن معنى بعض الظواهر المنتظمة التي يمكن أن تكون أمَارة أو إشارة تسبق الزلزال. ولهذا، نفهم لماذا يتردد العلماء المجازفة في توظيف سمعتهم في تنبؤات خطيرة.

إذًا، فأحسن حل في الوقت الراهن، يكمن في تسجيل وتحديد تردد وطبيعة كوارث زلزالية سابقة، وأخذ بعد ذلك الاحتياطات اللازمة.

ومنذ أكثر من قرن وعلماء الزلازل يحاولون وضع طرق، تسمح بالتنبؤ عن المكان والوقت المحدد لوقوع أي هزة، وإلى اليوم لم يستطع هؤلاء المختصين الإجابة بكل دقة عن السؤال "متى؟" و"أين؟" يحدث الزلزال.

ومع ذلك، فتاريخ إحصائيات الزلازل يشير إلى أن الهزات الأرضية تميل إلى التكرار في المناطق التي حدثت فيها سابقًا.

ففي المغرب مثلا، تمتد المنطقة الأكثر عرضة للزلازل على الواجهة البحرية المتوسطية من منطقة تيطوان إلى الحُسَيْمَة بالمغرب، علمًا بأن كل سلسلة جبال الريف المغربية هي عبارة عن منطقة ذات خطر زلزالي عالي.

واليوم لا شيء يسمح بقول إن المغرب هو في منأى عن كارثة جديدة، كالتي حدثت في الحسيمة في شهر يناير/ كانون الثاني ٢٠٠٤م، وكان وراءها زلزال قوي بقوة ٦.٣ على سلم ريشتر (ريختر) وخلف مقتل ٦٢٩ شخصا وجرح ٩٢٦ آخرين و١٥٢٣٠ دون مأوى، حسب الحصيلة الرسمية.

وحتى وإن لم يكن بالإمكان تحديد وقت حدوث الزلزال الذي ضرب هذه المدينة المغربية، إلا أنه كان متوقعًا منذ زمن طويل أن يضرب واحد منها هذه المنطقة.

فتصادم الصفيحة التكتونية الإفريقية مع الصفيحة الأوروآسيوية، يتسبب في تصدعات وطيات في الأماكن التي تفصل بينهما، حيث تؤدي هذه الحركة الجيولوجية إلى وجود نشاط زلزالي كثيف في سلسلة جبال الريف المغربية.

وازدياد الإجهاد والشد بين تلك الصفائح في هذه المنطقة، مؤشر على احتمال حدوث هزة أرضية.

ويرجع سبب أغلب الزلازل المدمرة إلى انزلاق للصخور بالقرب من مناطق التصدع التي تكون جيولوجيا نشطة. فالنقطة الأولية للانزلاق توجد غالبا على عمق يتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥ كم، وما إن يبدأ التصدع في التحرك من هذه النقطة الأولية، حتى يمتد بعد ذلك الانزلاق إلى مناطق تضم عدة تصدعات ثانوية.

وبما أن الأسباب الأولية للزلزال، تبقى بعيدة عن التحقيقات المباشرة، والتقنيات الجيوفزيائية الحالية تظل محدودة لمعرفة علامات أو عوارض حدوث ذلك الانزلاق، تقوم العديد من مراكز البحث المختصة في الزلازل، بدراسة المناطق التي أدت فيها مثل تلك التصدعات إلى زلازل حدثت في الماضي.

حيث أمكن في المناطق المعروفة بحدوث زلازل عديدة، مثل: تركيا، اليابان وكاليفورنيا، تحديد الأماكن المحتمل أن يحدث فيها مستقبلا زلزال كبير. أما في المناطق التي تكون فيها الزلازل نادرة، فإنه من الصعب معرفة مسبقًا أين ستحدث الهزات.

٢-٥. الوقاية من الكوارث الطبيعية

أدى التطور التكنولوجي الذي يشهده العالم اليوم في وسائل الاتصال، إلى السماح بإعطاء إنذارات مبكرة عن أي خطر طبيعي في أي نقطة من على سطح الأرض، وفي أي لحظة كانت.

فأنظمة الإنذار اليوم، أصبحت تعتمد على وسائل متطورة، سواء المستعملة في الرصد الجوي، الاستشعار عن بعد، الفيزياء، الجيوفيزياء أو في وسائل الاتصال الحديثة، ومع ذلك فالتنبؤ بالأخطار الطبيعية ليس من العلوم الدقيقة.

فعمليات المراقبة الدقيقة والتسجيل المنتظم للبيانات والمعطيات الخاصة بالظواهر الطبيعية، حديثة نوعا ما، بحيث يرجع الجَمْعُ الكمّي للمعطيات إلى ٤٠ سنة خلت بالنسبة للرصد الجوي، و٦٠ سنة للزلازل، وإلى فترة حديثة فيما يتعلق بالبراكين. أما بالنسبة للمراقبة عن طريق الأقمار الاصطناعية، فالعملية تعود إلى حوالى ٣٠ سنة.

ويفسر "مفهوم الإنذار"، بأنه القدرة على استباق أي حدث في الوقت والمكان، أو الاثنين معا، وبذلك يمكننا في بعض الأحيان، توقع وتتبع تطور أي ظاهرة طبيعية والنتائج المترتبة عنها على المدى القصير، المتوسط والطويل.

كما يحدث أن يطلق الإنذار بمجرد أن يتم التعرف على علامات، تسبق وتنذر بقرب حدوث ظاهرة كبيرة، فمثلا التنبؤات المناخية التي تتم خلال ٢٤ أو ٤٨ ساعة وتوقعات مسار أي إعصار، تظهر بشكل جيد، فعالية أنظمة الإنذار المسبقة.

إلا أنه من الصعب التنبؤ بدقة زمن وقوع الهزات الأرضية؛ فالمحاولات القليلة التي تمت في هذا المجال، تكللت دومًا بالفشل.

وبصفة عامة، تتطلب القدرة على توقع أي حادثة أن تتوافر لدينا أجهزة شغالة ومناسِبة للمراقبة، وأن تكون عندنا معرفة جيدة بالأسباب الخاصة للخطر الذي نود مراقبته، وأن يتوافر كذلك أنموذج واحد أو عدة نماذج للمحاكاة، تسمح بوصف تسلسل أحداث الظاهرة في الوقت والمكان الذي ستقع فيه؛ حتى نتمكن من إيصال المعلومة قبل حدوث الكارثة.

ولكن، في كثير من المرات يحدث أن يرتبط نوعان من الأخطار ببعضهما البعض، فمثلا الظروف المناخية الشديدة، يمكنها أن تتسبب في حدوث مفاجئ لفيضانات أو

انزلاقات في التربة، كما أن الزلازل التي يكون مصدرهـا بحريًّا، يمكنها أن تولد تسونامي.

بالإضافة إلى ذلك، تتسبب الكثير من الكوارث الرئيسية في حدوث أخطار ثانوية، كالانفجارات العنيفة (غاز، كهرباء...) أو تلوث خطير للجو، التربة أو مجاري المياه والأنهار ، فهذا النوع من الأخطار الثانوية لا يمكننا تجنبه إلا إذا تم التحكم بشكل جيد في الخطر الرئيسي.

تقليل مخاطر الكوارث

تتضمن استراتيجية تقليل مخاطر الكوارث ما يلي :

١- وضع برامج الإغاثة الطارئة كبداية وليست كنهاية للالتزام المتزايد، كأن يُوزع على سكان المناطق المتضررة بذور محسنة الجودة، مخصبات زراعية، وترويج بناء المساكن المقاومة للكوراث من أجل المستضعفين.

٢- إدخال " تحليل الأخطار" كأحد أبعاد التنمية فى كل المناطق المعرضة للكوارث، مع تحليل المخاطر، ووضع خطط للتعامل مع الكوارث، فتأهب المجتمع المحلى هو الحل العملى الوحيد للبلدان الفقيرة الواقعة فى مناطق الخطر الشديد؛ فالسكان المحليون هم القادرون على تقديم مساعدة فعالة فى الساعات الأولى من وقوع الكارثة، ومن ثم فإن قدراتهم هى التى تحتاج إلى تعزيز.

٣ - تحقيق التكامل بين الإغاثة والتنمية وتحديد أولويات الاستثمار فى تقليل الخطر.

٤ - اغتنام فرصة الإغاثة لمناصرة التعامل مع الأسباب الجذرية للكوارث، مثل التغيرات المناخية أو التجارة العالمية غير المنصفة، والفقر، والمديونية، ومن هنا فإن وسائل الإعلام مُطالبة باغتنام الفرصة وتسليطها على الأسباب الأصلية للكوارث، ويجب تكريس الاهتمام لعملية التنمية، وترتيب أولويات مسألة

إدراك الخطر، والتأهب للكوارث على المستوى المحلى وتخفيف الآثار بتكلفة قليلة.

٥ - بناء الشراكة بين الحكومات، والمنظمات غير الحكومية، والمنظمات الدولية مثل الامم المتحدة واليونسكو والمنظمات العربية؛ خاصة المكتب العربي للحماية المدنية والإغاثة التابع لمجلس وزراء الداخلية العرب والمركز العربي للوقاية من أخطار الزلازل والكوارث الطبيعية الأخرى، الجاري استكمال إجراءات إنشائه ووكالات الأمم المتحدة المعنية بتقليل أثر الكوارث.

٦ - تحديد المناطق الآمنة لإقامة المناطق السكنية والمشاريع التنموية للمتضررين.

٧ - رفع الوعى الشعبى بالمخاطر التى تفرضها الكوارث الطبيعية، والتقنية، والبيئية، على المجتمعات، وضرورة تعليم الشعوب وتعريفهم بمداخل الوقاية والاستعداد، من خلال القوانين البيئية، والإنذار المبكر، والتقييم والوعى والاستعداد للطوارئ على المستوى المحلى .

٢-٦ الكوارث البيئية

تعرف الكوارث البيئية بانها الكوارث التي تسبب مخاطر على البيئة، والتي يمكن حصرها في التحررات الفجائية من المواد الكيميائية والمواد المشعة والبيولوجية والجينية ، الحرائق والانفجارات التي يمكن أن تؤدى إلى انبعاثات خطرة، وتسبب التدمير الفجائي للنظم البيئية الحساسة.

الأنشطة ذات الأخطار البيئية المحتملة

١ - **الصناعة** : مثل المصانع التي يتضمن نشاطها استخدام أو تداول أو إنتاج مواد خطرة أو نفايات خطرة بكميات كبيرة.

٢ - **النقل** : النقل البرى والبحري والجوى.

٣ - **منشآت التخزين** : المنشآت الضخمة لتخزين الكيماويات والوقود والمواد الخطرة الأخرى وبالذات في المطارات والموانى البحرية وضواحي المدن.

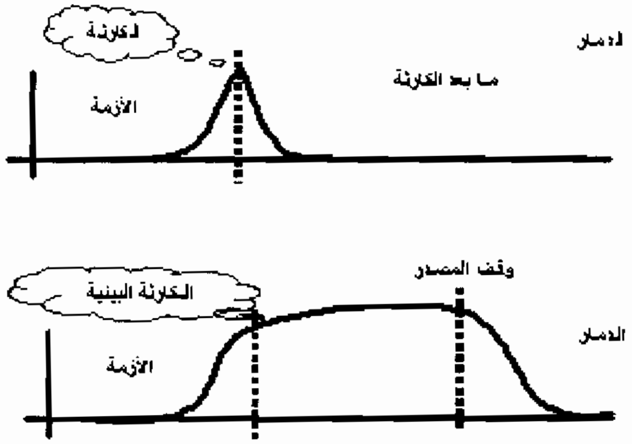
٤ - **المنشآت التي تستخدم المواد المشعة** : مثل المفاعلات النووية والمستشفيات ومراكز البحوث.

٥ - **مقالب النفايات** : الأماكن المخصصة للتخلص من القمامة حول المدن وكذلك أماكن التخلص من الحمأة.

٦ - منشآت معالجة مياه الشرب ومياه الصرف الصحي والصناعي بالمدن الكبرى . المنشآت **التي** تتعامل مع المواد الجينية والحيوية مثل المستشفيات ومعامل البحث العلمي.

٧ - **النفايات** الخطرة الناتجة من الصناعة وغيرها.

٨ - يضاف إلى ذلك مخاطر التلوث البترولي الناجمة عن أنشطة البحث وعن استكشاف واستخراج البترول الخام وتكريره وتخزينه ونقله عبر شبكات من الأنابيب بالمناطق البحرية والشبكات الأرضية عبر الصحاري.



الفرق بين الكارثة والكارثة البيئية

تنحصر الآثار البيئية للحوادث والمخاطرة المنوه عنها فى الآتى:

- ضرر شديد في الأرواح.
- ضرر شديد لباقي الكائنات الحية (حيوان ، نبات) .
- ضرر شديد في الممتلكات.
- توقف الأنشطة المختلفة.
- تغيير خصائص عناصر البيئة (ماء / هواء/ تربة) بما يجعلها غير صالحة للاستخدام.

الجهود المبذولة لمواجهة الكوارث البيئية

تشمل الجهود الواجب عملها لمواجهة الكوارث البيئية ما يلي:

١ - وضع خطة وطنية لمواجهة التلوث البحري بزيت البترول باعتباره من أشد الكوارث البيئية ضررًا على البيئة .

٢ - إنشاء غرفة عمليات مركزية لتلقى كافة بلاغات حوادث التلوث البحري، وكذا بلاغات الحوادث المؤثرة على البيئة.

٣ - إعداد خطة طواريء وطنية لمواجهة الكوارث البيئية .

٤ - جمع المعلومات المتوافرة محليًّا ودوليًّا عن كيفية مواجهة الكوارث البيئية والتخفيف من الأضرار التي تنتج عنها / حصر الإمكانيات المتوافرة على المستوى المحلى والقومي والدولي وتحديد كيفية الاستعانة بها بطريقة تكفل سرعة مواجهة الكارثة / متابعة غرفة العمليات المركزية وبنوك المعلومات وتحديثها بهدف حشد الإمكانيات اللازمة لمواجهة الكوارث.

٥ - تكوين مجموعات العمل المتخصصة لمتابعة مواجهة الكوارث البيئية.

٦ - تحليل بيانات نظم الرصد البيئي للمناطق الساحلية والارضية ومحطات رصد الهواء، واستقراء التحليل للوقوف على علامات الإنذار المبكر، والتي تتطلب مواجهة سريعة من جهات الاختصاص؛ حتى لا تتحول إلى أزمات بيئية أو تتفاقم إلى كوارث بيئية.

الفصل الثالث

الملوثات الصناعية

٣-١. التلوث البيئي الناتج عن مصادر الطاقة التقليدية

٣-١-١. المشكلات الناتجة عن استخدامات مصادر الطاقة :

٣-١-٢. مخاطر مصادر الطاقة التقليدية

٣-١-٣. التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية

٣-١-٤. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك الفحم.

٣-١-٥. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك البترول.

٣-١-٦. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي.

٣-٢. الملوثات البيئية الصناعية

٣-٢-١. التلوث البيئى بالملوثات الصناعية

٣-٢-٢. أثر الصناعة في البيئة

٣-٢-٣. أنواع الملوثات المنتجة بالمصانع

٣-٢-٤. طرق للحد من التلوث الهوائي في مصانع الأسمنت كأحد الأمثلة لمكافحة تلوث الهواء في المجال الصناعي

٣-٢-٥. ثانيا المخلفات السائلة الصناعية

٣-٢-٦. ثالثا المخلفات الصلبة الصناعية

٣-٢-٧. التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي

٣-٣. التلوث الناشيء عن احتراق الوقود في وسائل النقل والمواصلات

الفصل الثالث

الملوثات الصناعية

الملوثات الصناعية هي الملوثات التي يتدخل الإنسان في إحداثها ، ويكون سببا في حدوثها وانتشارها ، وتتعدد الأنشطة الإنسانية المولدة للتلوث، وأهمها الآتية :

١ – التلوث الناتج عن محطات توليد الطاقة.

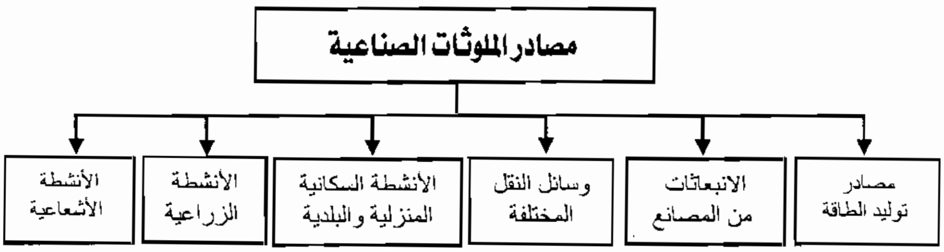
٢ – التلوث الناتج عن انبعاثات المصانع المختلفة.

٣ – عوادم وسائل النقل المختلفة مثل وسائل النقل البرى والبحري والجوى.

٤ – النشاط الإشعاعي .

٥ – النشاط السكاني ويتعلق بمخلفات المنازل من المواد الصلبة والسائلة وكذلك بسبب كثرة استخدام المبيدات الحشرية والمذيبات الصناعية.

٦–النشاط الزراعي وكثرة استخدام المواد الكيماوية المختلفة في أغراض التسميد والزراعة.



ويتولد عن النشاط الصناعي للإنسان العديد من التأثيرات البيئية السلبية التي تضر بالبيئة، والتي من أهمها:

١ – التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على البيئة البحرية : وتتولد هذه التأثيرات نتيجة وجود المنشأت الصناعية بالقرب من البحار والمحيطات المخلفات الصناعية السائلة الملوثة للماء إلى تلك البيئات المائية.

٢ - التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على البيئة المائية العذبة: وتتولد هذه التأثيرات نتيجة وجود المنشأت الصناعية بالقرب من مصبات ومجاري النهار والبحيرات العذبة، حيث تتسرب المخلفات السائلة الملوثة للماء إلـى تلك المسطحـات المائية .

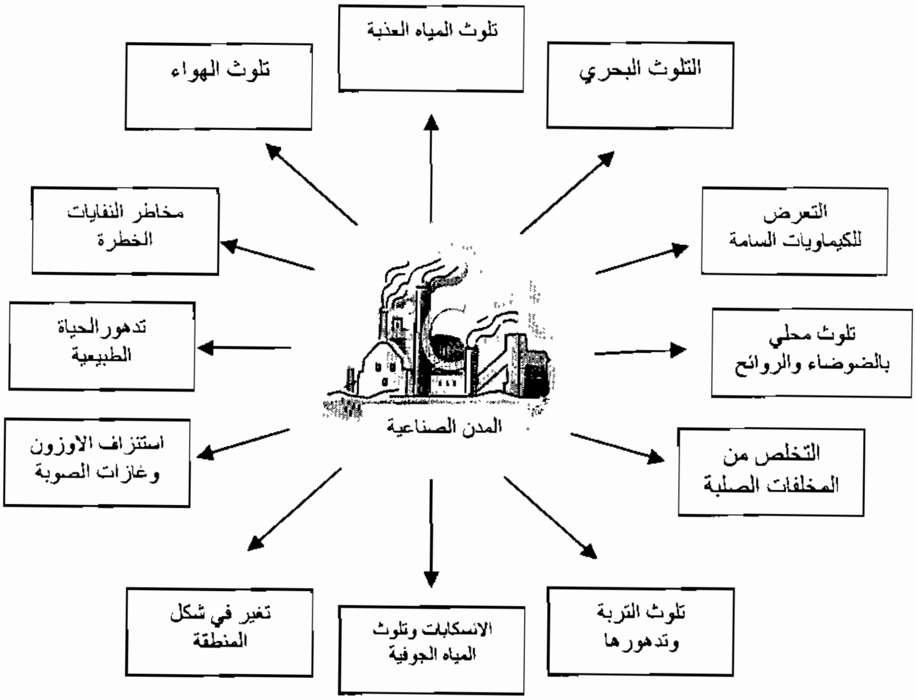
٣ - التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على المياه الجوفية وتتولد هذه التأثيرات نتيجة الانسكابات المختلفة للمخلفات السائلة على الارض ومنها تتسرب إلى المياه الجوفية .

٤ - التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على البيئة الهوائية : وتتولد هـذه التأثيرات نتيجة الانبعاثات الجويـة الملوثة للهواء ، وتنتشر تلك الملوثات بصورة كبيرة إلى درجة وصولها للمدن المجاورة للمنشأت الصناعية وقد تتخطى حدود الدول.

٥ - التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على التربة وتتولد هذه التأثيرات نتيجة الانبعاثات الجوية والمخلفات السائلة والصلبة المتولدة من المصانع.

٦ - التأثيرات البيئة السلبية المؤثرة على السكان والمتمثلة في الضوضاء الناتجة عن تشغيل المصانع، بالإضافة إلى تولد بعض الروائح الكريهة من بعض أنواع الأنشطة الصناعية.

ويبين الشكل التالي صور وأشكال التلوث المتوقع من المدن الصناعية.



شكل مخطط لأهم التأثيرات البيئية السلبية المتوقعة من المدن الصناعية.

وسوف نتناول بشيء من التفصيل كلا من التلوث الناتج عن مصادر الطاقة التقليدية والتلوث الناتج عن النشاط الصناعي والتلوث الناشيء عن وسائل النقل والمواصلات المختلفة، على اعتبار الأهمية النسبية لهذه الأنواع من الملوثات .

٣-١. التلوث البيئي الناتج عن مصادر الطاقة التقليدية

مقدمة عن مصادر الطاقة

إن أهمّ مصادر الطاقة المستخدمة حالياً، وتلك المتوقع أن يكون لها شأن في توفير الطاقة للبشرية على مدى العشرين سنة القادمة هي:

١ - **الوقود الأحفوري**: ويتمثل في الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ويختزن هذا الوقود طاقة كيميائية يمكن الاستفادة منها عند حرقه، والوقود الأحفوري هو مصدر

الطاقة الرئيس حيث يسهم بما يربو على ٩٠٪ من الطاقة المستخدمة اليوم، ولأنه مصدر قابل للنضوب، وبسبب مشكلات التلوث البيئي، فإن البحث حثيث لتوفير وتطوير مصادر أخرى للطاقة.

٢- **المصادر الميكانيكية**: وهي مساقط المياه والسدود وحركة المدّ والجزر وطاقة الرياح، ولذا تُقام محطات توليد الكهرباء عند السدود والشلالات ومناطق المد العالي وربوع الرياح الشديدة لاستغلال قوة الدفع الميكانيكية في تشغيل التوربينات.

٣ - **الطاقة الشمسية**: يُستفاد منها عبر التسخين المباشر في عمليات تسخين المياه والتدفئة والطهي، كما يمكن تحويلها مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية.

٤- **الطاقة الحرارية الجوفية** حيث يُستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض، وفي بعض المناطق تكون هذه الطاقة الجوفية قريبة من سطح الأرض فتوجد بالتالي الينابيع الحارة، ففي أيسلندة ـ مثلاً - تنتشر هذه الينابيع ويُستفاد منها لأغراض التدفئة والتسخين.

٥- **الكتل الحيوية (البيوماس)**: وهي المخلفات الحيوانية والزراعية التي يتم تخميرها في حفر خاصة ليتصاعد منها غاز الميثان وهو غاز قابل للاشتعال.

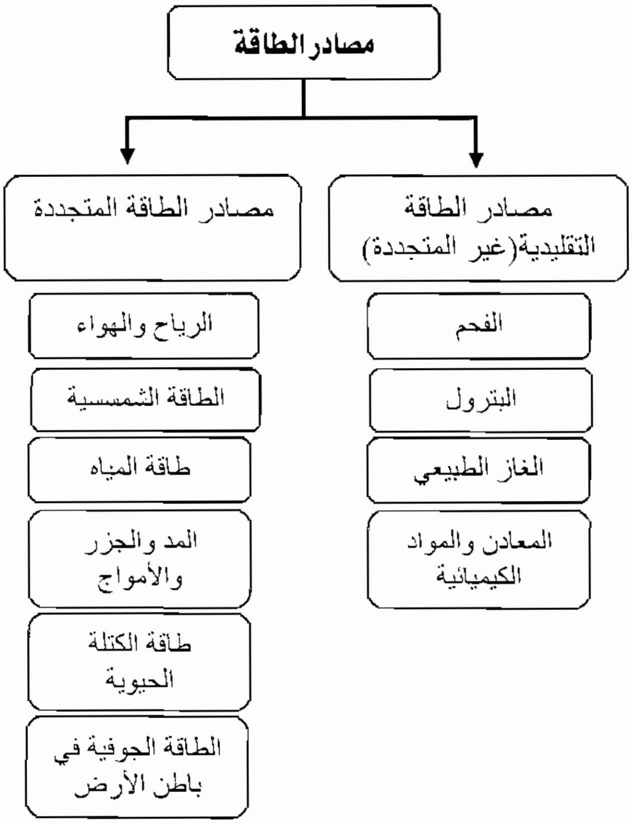
٦- **غاز الهيدروجين**: يمثّل نوعاً مهمًا من أنواع الوقود، وهو مرشح لأن يكون له دور كبير في تأمين **الطاقة** في المستقبل، وقد ظهرت سيارات تعمل على غاز الهيدروجين، وأبرز تطبيقاته الاستفادة منه في خلايا الوقود، وهي خلايا واعــــدة بتطبيقات واسعة في المستقبل، ويتم توليد الكهرباء داخلها مباشرة بتمرير الهيدروجين والهواء بها، وعبر اتحاد الهيدروجين والاكسجين نحصل على طاقة كهربائية وأما مخلفات هذه العملية فهي الماء فقط ، اي ان خلايا الوقود لا تسهم في تلويث البيئة.

٧- **الطاقة النووية**: تنتج عن لانشطار النووي في المفاعلات النــووية، ويُستفاد منها في تسيير السفن والغـواصات وتوليد الطاقة الكهربائية، وأبرز سلبياتها النفايات المشعة الناتجة، ومشكلة التخلص منها، وضوابط السلامة العالية اللازمة لمنع انفجار المفاعل أو تسرّب المواد المشعة منه.

وهناك تصنيف للطاقة ومصادرها يقوم على مدى إمكانية تجدد تلك الطاقة واستمراريتها، وهذا التصنيف يشمل :

١- **الطاقة التقليدية أو المستنفذة:** وتشمل الفحم والبترول والمعادن والغاز الطبيعي والمواد الكيميائية، وهي مستنفذة لأنها لا يمكن صنعها ثانية أو تعويضها مجدداً في زمن قصير.

٢- **الطاقة المتجددة أو النظيفة أو البديلة:** وتشمل طاقة الرياح والهواء والطاقة الشمسية وطاقة المياه أو الأمواج والطاقة الجوفية في باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية، وهي طاقات لا تنضب.



٣-١-١. المشاكل الناتجة عن استخدامات مصادر الطاقة :

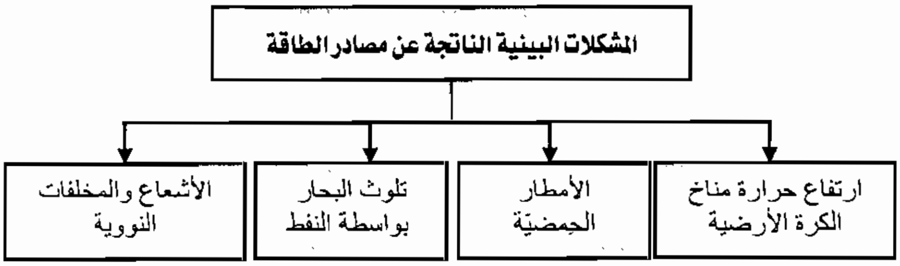
تتعد المشكلات الناتجة عن الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة التقليدية نتيجة للثورة الصناعية لمختلف دول العالم، إلا أن المشكلات البيئية هي المعنية بسلامة وصحة الإنسان على كوكب الأرض ، والمشكلات التالية تعد أشهر وأهم المشكلات البيئية الناجمة عن مصادر الطاقة التقليدية:

أ - ارتفاع حرارة مناخ الكرة الأرضية.

ب - الأمطار الحِمضيّة.

جـ - تلوث البحار بواسطة النفط.

د - الإشعاع والمخلفات النووية.



أ - ارتفاع حرارة مناخ الكرة الأرضية

معظم المشكلات الناتجة عن الاستخدام المتزايد لمصادر الطاقة التقليدية هي مشكلات بيئية وأهمها ارتفاع درجة حرارة المحيط الذي نعيش فيه . ويعتقد معظم العلماء أن درجة الحرارة ترتفع بمعدل ٠.٣ درجة مئوية في كل عقد وذلك نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات في الجو . ويزعم بعض الباحثين أن أكثر الغازات سبباً في رفع درجة الحرارة هو غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الذي يتحرر نتيجة حرق الوقود التقليدي . إلاَّ أن هناك نظريات حديثة تشير إلى أن الأشعة الكونية المرتبطة بدورة النشاط الشمسي هي أحد الأسباب الرئيسية لارتفاع مناخ الأرض ، وأن حرارته ستشهد انخفاضاً يليه ارتفاع وهكذا .

ب - الأمطار الحمضيّة

من المخاطر الجانبية لحرق الوقود هو تساقط الأمطار الحمضية . فبعض الغازات التي تتحرر عند احتراق الوقود ، وبالأخص ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين ، تتحد مع الماء في الجو مكونة حمض الكبريتيك وحمض النيتريك . ونتيجة لهذا فإن أي مطر يتساقط على منطقة ما ستكون حامضاً ويسبب ذلك تلفاً للنباتات وتعطيلاً لنمو الغابات ، وتفتيت بعض أجزاء الأبنية وصدأ للمعادن .

ومعظم غاز ثاني أكسيد الكبريت ينبعث من المحطات الكهربائية التي تستخدم الفحم وقوداً . وتوجد عدة تقنيات يمكن استخدامها في هذه المحطات لتقليل انبعاث ثاني أكسيد الكبريت . والطريقة الشائعة الاستخدام هي إمرار الغازات الخارجة خلال خليط من كاربونات الكالسيوم والماء التي تمتص الكبريت لإنتاج كبريتات الكالسيوم أو ما يسمى بالجبس . وهذه الطريقة لها مساوئ جانبية منها تقليل كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية ، وزيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وزيادة كلفة الإنتاج. وهنالك طريقة أخرى هي بدفع الهواء خلال غرفة حرق الفحم وبوجود بعض الأحجار الكلسية .

جـ - تلوث البحار بواسطة النفط

إن محطات توليد الطاقة الكهربائية ، ومصافي النفط ، والمصانع الكبيرة يمكنها أن تكون أكثر الملوثات المنظورة ، بسبب روائحها المميزة. وليست كل الملوثات الضارة بالبيئة سببها حرق الوقود ، ولكن هنالك مسببات أخرى مثل نقل الوقود عبر البحار . إن معظم الطاقة المصدرة من الدول المنتجة تنقل بواسطة البحار والمحيطات إلى البلدان المستهلكة . وقد تطور أسلوب النقل وأصبحت الناقلات ذات سعة كبيرة جدًّا . وبقطع النظر عن الحوادث فإن هذه الناقلات تساهم بدرجة كبيرة في تلوث البحار إذ أنه عند عودتها إلى مكان التصدير بعد تفريغ شحنتها ، تملأ بالماء لغرض الموازنة وعند تفريغ الماء تخرج معه كمية من النفط المتبقي . وعلى الرغم من أن أساليب النقل في الوقت الحاضر أصبحت أكثر أماناً وضماناً فإنه عند حصول حادثة ما سيكون التأثير كبيراً . ففي الفترة ما

بين ١٩٧٠ و ١٩٨٥ وقعت ١٨٦ حادثة، تسرب في كل منها أكثر من ١٣٠٠ طن من النفط . وفي عام ١٩٨٩ تسرب من إحدى الناقلات ٣٩٠٠٠ طن من النفط وغطى مساحة ١٦٠٠ ميل مربع في ولاية الآسكا الأمريكية .

د - الأشعاع والمخلفات النووية

كان من المتوقع أن تكون الطاقة النووية أحد المصادر الرئيسية في إنتاج الطاقة الكهربائية، ولكن هذا لم يتم بسبب المعارضة الواسعة التي تواجه نصبِ هذه المحطات في مختلف أنحاء العالم . هذه المحطات تنتج حالياً ٦٪ من الطاقة الكهربائية في العالم . وبعد حادثة تشرنوبل في الاتحاد السوفيتي السابق عام ١٩٨٦ أصبح نصب مثل هذه المحطات محدوداً . ومن المشكلات المتعلقة بمحطات الطاقة النووية أن المواد المستخدمة في الانشطار النووي ذات إشعاع عالٍ جدًّا ، وقسم منها يبقى مشعًا إشعاعًا نوويًا لعشرات الآلاف من السنين . كما أن طرق التخلص من النفايات النووية غير مضمونة ، وبالإضافة إلى ذلك فإن تفكيك المحطات التي انتهت أعمارها يسبب تسربًا إشعاعًا نوويًا أيضًا. وأن أخذ أقصى درجات الحيطة والحذر في عدم تسرب الاشعاع أدى إلى استخدام أجهزة معقدة وعالية الكلفة ،ولهذا السبب فإن كلفة إنشاء هذه المحطات أعلى من كلفة محطات توليد الطاقة بواسطة الوقــود ، وإن كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية في هذه المحطات أعلى من المحطات الاعتيادية .

٢-١-٢. مخاطر مصادر الطاقة التقليدية

مصادر الطاقة التقليدية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي يصاحبها عادة أثناء استخراجها كثير من العمليات الملوثة للبيئة . نظرًا لطبيعة هذه المصادر الغازية والسائلة والصلبة، كما ينتج عن استهلاكها كمصادر للوقود انبعاث كميات هائلة من الملوثات البيئية، والتي تجد طريقها للبيئة مسببة أضرارًا على المدي القريب والبعيد للإنسان والحيوان والنبات .

٣-١-٢. التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية

مصادر الطاقة التقليدية تقع في مناطق بعيدة عن أماكن استخدامها واستهلاكها وبالتالي يتحتم نقلها إلى أماكن استهلاكها. وقد يصاحب هذا النقل العديد من المخاطر المتعلقة بالبيئة، مثل: غرق ناقلات البترول ، وتسرب السوائل المستخدمة في التعدين للمياه الجوفية، أو تسرب الغازات المصاحبة للاستخراج الي الجو المحيط، أو انسكاب البترول في الموانى ومنصات التكرير البحرية .

وتصنف التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية على أساس مدى هذه التأثيرات إقليميًا وعالميًا.كذلك تصنف هذه التأثيرات على أساس فترة تأثيرها من تأثيرات قصيرة الأجل ، ومتوسطة الأجل، وطويلة الأجل . ومن بين التأثيرات طويلة الأجل تدمير البيئة وغطاء التربة النباتي وهجرة بعض الكائنات الحيوانية وانقراض بعض الأجناس الإحيائية.

وتنتج غالبية التأثيرات البيئية من انطلاق العديد من المواد والمركبات الكيميائية والفيزيائية إلى البيئة وتتخذ مسارات خاصة لتصل إلى المياه الجوفية أو إلى باطن الأرض أو تتراكم فوق سطح الأرض مسببة العديد من الأضرار للإنسان والحيوان . ويتوقف مدى تأثير هذه الملوثات على كميتها، وقابليتها للانتشار داخل البيئة، وطبيعتها الكيميائية السامة أو غير السامة وقابليتها للتحلل وطبيعة تراكمها البيولوجي داخل الكائنات الحية. والجدول التالي يبين أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية.

جدول ٣-١

مصدر الطاقة	التأثيرات البيئية
النفط	تلوث البحار والمحيطات والشواطيء بالنفط المتسرب من منصات التكرير ومن غرق الناقلات.
	تلوث المياه الجوفية والسطحية بالنفط .
	موت العديد من الطيور والكائنات المائية فى مناطق الانسكاب البترولى.
	تدمير البيئة الطبيعية بالنفط المتسرب مثل إهلاك الشعاب المرجانية بالنفط الهابط إلى القاع.

	تدمير البيئة الأرضية بفعل سوائل الحفر المستخدمة في استخراج النفط في الصحراء.
	تغيير المناخ العالمي بسبب انبعاث الغازات الحابسة للحرارة مثل ثاني أكسيد الكربون .
	انبعاث العديد من الغازات الملوثة للبيئة مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين وثاني أكسيد الكربون عند حرق النفط .
الغاز الطبيعي	انبعاث العديد من الغازات الملوثة للبيئة مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين وثاني أكسيد الكربون عند حرق الغاز الطبيعي.
	تغيير المناخ العالمي بسبب انبعاث الغازات الحابسة للحرارة مثل ثاني أكسيد الكربون.
الفحم	تلوث البحار والمحيطات.
	تلوث المياه الجوفية والسطحية.
	اضطراب فى استخدام الأراضي وتخريب بعيد المدى للنظام البيئي .
	انبعاث العديد من الغازات الملوثة للبيئة مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين وثاني أكسيد الكربون عند حرق الفحم.
	تلوث سطح التربة بالجسيمات المتساقطة ومخلفات الرماد والخبث .

وتتفاوت المخاطر والأضرار الصحية والبيئية الناتجة عن استخراج واستهلاك مصادر الطاقة التقليدية باختلاف المصدر وباختلاف طرق الاستخراج ، والأغراض التي تستخدم فيها تلك المصادر.

٣-١-٤. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك الفحم

الفحم الحجري صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق. وعند احتراق الفحم الحجري، فإنه يعطي طاقة على شكل حرارة. ويمكن استعمال الحرارة الصادرة عن احتراق الفحم الحجري في تدفئة المنازل، وفي عمل منتجات عديدة مختلفة. ولكن الاستخدام الأساسي لهذه الحرارة هو في إنتاج الكهرباء. وتعطي معامل إنتاج الطاقة باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء المستهلكة في العالم. ويستعمل الفحم الحجري كذلك في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ. وتنتج

مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها بدورها في صناعة بعض المنتجات كالأدوية والأصباغ والأسمدة.

تتمثل المشكلات البيئية في كون تعدين الفحم بطريقة التجريد والكشط يؤدي إلى دفن التربة الخصبة تحت أكوام من الصخر. وتطلق هذه الصخور أحماضًا عند تعرضها للرطوبة. وتحمل مياه الأمطار الجارية عبر المنحدرات الجرداء الأحماض والأوحال معها، وتجرف التربة الخصبة من المناطق المجاورة. وتلوث هذه المياه الجارية مياه الجداول والأنهار بما تحمله من أوحال وأحماض.كما أن التعدين السطحي للفحم الحْجَري يُخَلِّف وراءه أراضٍ وعِرَة، مما يؤدي إلى تشويه التربة، وعدم صلاحيتها للزراعة.

كذلك ، فإن الماء المستخدم في تفتيت رواسب الفحم يحمل معه كثيرًا من غبار الفحم وبعض الشوائب الأخرى. وعند إلقاء هذا الماء في المجاري المائية الطبيعية يؤدي إلى تلوثها والقضاء على ما بها من كائنات حية. بالإضافة إلى ذلك، فإن الماء قد يساعد على تفتيت الصخور في جدارن المنجم وسقفه مما قد يؤدي إلى إنهياره .

ينطوي التعدين التحت أرضي على مخاطر أكثر من التعدين السطحي. فربما يتعرض عمال المناجم للإصابات أو يموتون بسبب انهيارات الكهوف والصخور الساقطة وحوادث التفجير والغازات السامة. ولمنع هذه الكوارث فإن كل خطوة من خطوات العمل في التعدين التحت أرضي يجب أن تُصمَّم بشكل يؤمن حماية العاملين .

يتطلب التعدين التحت أرضي أيد عاملة أكثر من التعدين السطحي. ولكن مع هذا، تكون المناجم التحت أرضية ذات ميكنة متقدمة، حيث تقوم الآلات بكل عمليات الحفر والاقتلاع والتحميل والنقل في المناجم الحديثة.

ويمثل الفحم من حيث المخاطر الصحية والبيئية أخطر مصادر الطاقة على الإطلاق، حيث يتخلف عنه كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة الضارة بالإنسان والبيئة . كما تنطلق عند احتراقه كميات هائلة من الغازات الملوثة والحابسة للحرارة (مثل غازات

أكاسيد النتروجين والكبريت واول وثاني أكسيد الكربون)، فضلاً عن انطلاق كميات من النويات المشعة الطبيعية ، والتي تسهم في حدوث التلوث الإشعاعي للبيئة.

ويؤثر كل من غاز الميثان وغبار الفحم المتطاير عند عمليات استخراج الفحم من المناجم على سلامة ونظافة البيئة المحيطة بموقع المنجم. وقد يؤدي اشتعال خليط الغاز أو الغبار مع الهواء إلى انهيار المنجم وإلحاق الضرر بالمنطقة المحيطة به.

وتسبب هذه الفحوم الحجرية ذات المحتوى المتوسط وذات المحتوى العالي من عنصر الكبريت تلوثًا خطيرًا للهواء إذا أُحْرِقَت بكميات كبيرة دون أخذ تدابير الأمان المناسبة . وقد حدث صعوبة وارتفاع تكلفة تطوير تدابير الأمان من التلوث من استعمال الفحم الحجري كوقود. كما أن بعض الرماد الناتج عن احتراق مسحوق الفحم الحجري قد يتسرب في الهواء، ويلوثه شأنه في هذا شأن غاز ثاني أكسيد الكبريت.

الحد من التلوث بالفحم

بدأت الأمم المتقدمة في سنّ تشريعات بهدف التقليل من انطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت من محطات توليد القدرة الكهربائية، التي تستخدم الفحم الحجري كوقود. تزيل عمليات تنظيف الفحم الحجري بعض الكبريت منه ولكنها لاتزيل كميات كافية من الكبريت من أنواع الفحم الحجري ذات المحتوى العالي، أو المحتوى المتوسط من الكبريت. ومن أجل الحصول على هواء بمواصفات جيدة، يمكن السيطرة على انطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى حد ما باستخدام أجهزة، تسمى أجهزة غسل الغاز. يمتص جهاز غسل الغاز روائح وأبخرة غاز ثاني أكسيد الكبريت لدى تمرير الغازات خلال مجموعة مداخن خاصة.

يُجري الباحثون العلميون التجارب على عملية السيطرة على نسبة عنصر الكبريت في الفحم الحجري، وتعرف هذه العملية بإحراق الطبقة المُميعة. وتتلخص هذه العملية في حرق مسحوق الفحم الحجري في طبقة من حجر الجير، حيث يحجز الجير عنصر الكبريت الموجود فيه، وبالتالي يحول دون تشكّل غاز ثاني أكسيد الكبريت. وتُستعمل

الحرارة الناتجة عن الفحم الحجري لتسخين الماء إلى درجة الغليان. وينساب هذا الماء المسخن عبر أنابيب على شكل ملفات معدنية داخل طبقة الجير. أما بخار الماء الناتج فيمكن استعماله في محطات توليد القدرة الكهربائية.

٣-١-٥. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك البترول

النفط أو البترول (كلمة مشتقة من الأصل اللاتيني "بيترا"، والذي يعني صخر، و"أوليوم" والتي تعني زيت)، ويطلق عليه أيضًا الزيت الخام، كما أن له اسمًا دارجًا "الذهب الأسود"، وهو عبارة عن سائل كثيف قابل للاشتعال بني غامق أو بني مخضر، يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية.وهو يتكون من خليط معقد من الهيدروكربورنات، وخاصة من سلسلة الألكانات، ولكنه يختلف في مظهره وتركيبه ونقاوته بشدة من مكان لأخر. وهو مصدر من مصادر الطاقة الأولية المهم للغاية، والبترول هو المادة الخام لعديد من المنتجات الكيميائية، بما فيها الأسمدة، مبيدات الحشرات، اللدائن.

التأثيرات البيئية للبترول

للبترول تأثير ملحوظ على الناحية البيئية والاجتماعية، وذلك من الحوادث والنشاطات الروتينية التي تصاحب إنتاجه وتشغيله مثل مخاطر التلوث البترولي الناجمة عن أنشطة البحث وعن استكشاف واستخراج البترول الخام وتكريره وتخزينه ونقله عبر شبكات من الأنابيب بالمناطق البحرية. ،مثل الانفجارات الزلزالية أثناء إنتاجه، الحفر، والانسكابات البترولية داخل المياه وغرق الناقلات وحوادث الانفجارات البترولية داخل مناطق الاستخراج البرية . كما أن استخراج البترول عملية مكلفة وأحيانا ضارة بالبيئة، بالرغم من أن (جون هنت من وودز هول) أشار في عام ١٩٨١ إلى أن أكثر من ٧٠٪ من الاحتياطي العالمي يصاحبه ترشحات كبيرة؛ أي إنه لا يستلزم الإضرار بالبيئة لاستخراجه، وعديد من حقول البترول تم العثور على العديد منها نتيجة للتسريب الطبيعي. كما أن استخراج البترول بالقرب من الشواطيء يزعج الكائنات البحرية ويؤثر

على بيئتها. كما أن استخراج البترول قد يتضمن الكسح، الذي يحرك قاع البحر، مما يقتل النباتات البحرية التي تحتاجها الكائنات البحرية للحياة. كما أن نفايات الزيت الخام والوقود المقطر التي تتناثر من حوادث ناقلات البترول أثرت على العلاقة التبادلية بين الكائنات الحية (بموت أحد هذه الكائنات) في ألاسكا، جزر جالاباجوس، إسبانيا، وعديد من الأماكن الأخرى.

ومثل أنواع الوقود الحفري الأخرى، يتسبب حرق البترول في انبعاث ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي، وهو ما يعتقد أنه يساهم في ظاهرة السخونة العالمية. وبوحدات الطاقة فإن البترول ينتج كميات CO_2 أقل من الفحم، ولكن أكثر من الغاز الطبيعي. ونظرا لدور البترول المتفرد في عمليات النقل، فإن تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 تعتبر من المسائل الشائكة في استخدامه. وتجرى محاولات لتحسين هذه الانبعثات عن طريق احتجازها في المصانع الكبيرة.

مصادر التلوث المائي بالنفط

هناك العديد من المصادر المسئولة عن التلوث البحري بالنفط ومنتجاته، وأهمها الآتي:

- إفراغ ماء التوازن لناقلات البترول في البحر .
- الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتنقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.
- تسرب النفط إلى البحر أثناء عملية التحميل أو التفريغ في الموانيء النفطية.
- اشتعال النيران و الحرائق بناقلات النفط في عرض البحر.
- تسرب النفط الخام بسبب حوادث التآكل .
- التسرّب بانفجار آبار النفط في البحر أو بأجهزة إنتاج النفط الموجودة في البحر أو على الشواطئ أو حدوث تآكل كيميائي في خطوط أنابيب النفط البحرية.
- الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض؛ حيث تتسبب ناقلات النفط وحدها في تسرب الزيت الخام إلى

مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى ٢ مليون طن سنويًا، على الرغم من أنه تبين أن الحوادث البحرية الواقعة لناقلات النفط لا تساهم في هذا التلوث إلا بما لا يزيد على ٤.٨ ٪ فقط.

- تسرب النفط إلى البحر أثناء الحروب كما حدث في حرب الخليج الثانية.

مخاطر صناعة البترول الصحية

كانت صناعة البترول في جميع مراحلها صناعة خطرة، ومن هنا كان من المفروض أن تكون لها منذ البداية قواعدها وإجراءاتها الصارمة في مجال حماية البيئة من التلوث أو التسرب وتنفيذ إجراءات السلامة في التشغيل لحماية العاملين ووسائل الإنتاج والحفاظ على البيئة المحيطة. تعمقت مخاطر صناعة البترول في ظل عمليات التنمية والطلب المتزايد على استخدام البترول لتوفير احتياجات الطاقة الأولية كمنتجات بترولية وغاز طبيعي بحيث وصل الأمر إلى أن البترول كان يوفر أكثر من ٩٠٪ من احتياجات بعض الدول ولاسيما المكتظة بالسكان كما هو الحال في مصر، بالإضافة إلى أهمية ودور البترول كمصدر ودعامة أساسية للدخل القومي في الكثير من البلدان المنتجة له، مما ازداد الوعي العام على ضرورة حماية البيئة والإنسان؛ وخاصة العاملين في مجال الصناعة البترول من مخاطره. يتعرض العاملون في النفط لأربعة أنواع من المخاطر :

- المخاطر الطبيعية.
- المخاطر الكيميائية.
- المخاطر الآلية.
- المخاطر السيكولوجية – النفسية.

تكمن المخاطر الطبيعية بتعرض العاملين في مجال النفط إلى التعرض للشمس؛ أي للحرارة أثناء عمليات الحفر في العراء، سواء في الصحراء أو في البحار. التعرض للضوضاء، الاهتزازات الناجمة من الحفر ، التعرض للإشعاع إلى جانب التعرض الى الضوء المبهر وللكهرباء في عمليات اللحام . مسببة أمراضًا عديدة مثل (ضربة الشمس،

الأنيميا ،سرطان الدم، سرطان الجلد، عتامة عدسة العين). المخاطر الكيميائية : عن طريق الغازات والأدخنة والأبخرة والأتربة التي تتصاعد في جو العمل. تسبب الغازات أضرارًا بالغة تصل إلى حد الاختناق والالتهابات ، وقد تتسبب في حرائق أو انفجارات لأن مستخرجات البترول مواد ملتهبة ومتفجرة.

المخاطر الآلية تتعلق بالعمليات المتممة في الورش الملحقة بالمنشئات البترولية، بهدف صيانة آلاتها.

المخاطر النفسية : تكمن في عدم تكيف العامل مع جو العمل المعزول عن الأهل والأصدقاء في أماكن نائية بالصحراء أو البحار؛ مما يسبب للعامل الشعور بالغربة والوحدة والضياع.

الوقاية من مخاطر صناعة البترول

من اجل تقليل مخاطر صناعة البترول على العاملين في المشاريع النفطية من الضروري مراعاة ما يلي:

١ - توفير أماكن السكن الصحي للعمال إضافة إلى المرافق التي تجعل الحياة مقبولة في الصحاري أو عند البحار والمناطق المهجورة .

٢ - توفير وسائل الترفيه والطعام الصحي ومياه الشرب النظيفة والملابس الواقية للعمال.

٣ - توفير وسائل نقل جيدة لنقل العمال إلى حقول البترول ومنشآت النفط .

٤ - تنظيم فترات العمل والراحة والأجازات الأسبوعية والسنوية لتغطية الشعور بالغربة والحرمان الذين يعانون منه.

٥ - العناية بتنظيم وصيانة مصافي النفط لمنع تسرب الأبخرة والغازات إلى جانب إبعاد المصافي عن المدن والأماكن الزراعية حماية للبيئة المجاورة لمصافي البترول.

٦ - توفير كل وسائل الوقاية من الحريق والتجهيزات اللازمة لحماية العمال وخزانات تجميع البترول التي قد تتعرض للحرائق، ويجب أن تكون هناك مسافات مناسبة بين الخزان والآخر لتأمين وسائل الوقاية وهذا ما يجب عمله أيضًا بالنسبة لمستودعات الغاز التي يجب أن تجهز بوسائل الإطفاء الآلي، وأن تكون بعيدة عن أماكن السكن والمدن.

٧ - تجهيز ناقلات البترول بكل وسائل الوقاية من الحرائق والانفجارات مع ملاحظة غسل الناقلات من الزيوت بسبب تلوث مياه البحر بالنفط.

٨ - يجب تصميم منافذ نجاة وإنقاذ داخل الناقلات وتزويد العاملين بها بأدوات وقاية من الضجيج ومن غازات البترول وأبخرته.

٩ - منع التدخين أثناء تفريغ الناقلات والحذر من غاز كبريتيد الهيدروجين السام، وكذلك الحذر من أنابيب نقل البترول والغاز من الآبار إلى موانئ التصدير سواء أكانت تحت الأرض أم فوقها.

١٠- يجب توفير وسائل التهوية في معامل تكرير البترول لكي لا يتعرض العمال للتسمم بمركبات الكبريت والفاناديوم والزرنيخ وغاز أول أوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين.

١١- يجب عدم استعمال طرق الكنس الجاف لمنع انتشار غبار مادة الأسبستوس التي تستعمل في أعمال العزل الحراري، وبعض الأعمال الصناعية الأخرى، كما أنه من الضروري حفظ مادة الأسبستوس في بالات مبطنة بالبلاستيك، وأن تحفظ في أوعية محكمة الإغلاق وتبديل ثياب العمل قبل مغادرة مكان العمل.

١٢- يستلزم ارتداء ملابس الوقاية مثل أغطية الرأس والقفازات ونظارات اللحام وسدادات الأذن للوقاية من الضوضاء والكمامات والأقنعة المضادة للأبخرة والغازات السامة وكذلك الأحذية الخاصة .

١٣- الاهتمام بتوعية العمال بالندوات والملصقات لتعريفهم بمخاطر عملهم وطرق الوقاية الشخصية منها. إضافة إلى توفير وسائل الإسعاف بالمنشآت البترولية وتوفير الرعاية الصحية المهنية والعامة بها عن طريق جهود مشرفي الأمن الصناعي وأطباء السلامة المهنية، وإجراء الكشف الطبي الابتدائي والدوري والتفتيش على أماكن العمل وقياس نسب الغازات والأبخرة والأتربة بها حتى يمكن الاحتفاظ بها في الحدود الآمنة إلى جانب العناية بالسجلات الطبية والتقارير والاحصائيات للأمراض العادية والأمراض المهنية حتى يسهل متابعة الأحوال الصحية للعمال ومواجهة اي مخاطر مهنية، ولمعرفة المزيد عن التلوث البترولي وتأثيراته البيئية والصحية وطرق التحكم به فلينظر كتاب التلوث البترولي.

٢-١-٦. المخاطر والتأثيرات البيئية المصاحبة لعمليات استخراج وإنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي

يتفوق الغاز الطبيعي على النفط والفحم من حيث قله مخاطره الصحية والبيئية بسبب قلة المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة عن استخراجه وكذلك انخفاض كمية الغازات المنطلقة عند احتراقه؛ لذا فالغاز الطبيعي مصدر نظيف للطاقة لا يلوث البيئة، والاحتياطي المخزون منه في باطن الأرض يزداد كل عام. هذه الحقائق المؤكدة كانت حافزاً لخبراء الطاقة لاستقصاء سبل جديدة، تجعل منه بديلاً للمحروقات الأخرى.

من هنا فقد أصبح الغاز الطبيعي مادة الوقود المفضلة على نحو متزايد لدى إنسان العصر بوصفه خيارًا طبيعيًا للوقود في البيت لإعداد الطعام والتدفئة وفي المصانع والمختبرات العلمية والمستشفيات... إلخ. وفي السنوات الأخيرة، استخدم هذا الغاز بجدارة وكفاءة لاستنباط الطاقة، والذين يستخدمون الغاز الطبيعي يفضلونه لأسباب عديدة، منها: أنه يمكن تمديده بواسطة الأنابيب أينما ووقتما تظهر الحاجة إليه، تماماً كما يمد التيار الكهربائي عبر شبكاته الخاصة، وكذلك من الممكن تخزين الغاز في مستودعات كبيرة، وبسبل وآليات أسهل كثيرًا من اختزان الطاقة الكهربائية، كما أنه من السهل التحكم باستخدام حرارته.

ويتكون الغاز الطبيعي، في معظمه، من غاز الميثان، وهو وقود نظيف. وعلى سبيل المثال، فإن استنباط قدر معين من الطاقة باستخدام الغاز الطبيعي ينتج عنه قدر من ثاني أكسيد الكربون يقل بنسبة ٤٠٪ عمّا ينتج من استخدام الفحم الحجري لاستنباط القدر نفسه من الطاقة و٣٥٪ أقل من استخدام النفط للغرض ذاته، والمعروف أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو الذي يساهم في رفع درجة حرارة طقس الكرة الأرضية، ويتسبب في ما يسميه العلماء (أثر البيت الزجاجي). وزيادة على ذلك، فإن الغاز الطبيعي لا يحتوي على أي قدر من الكبريت تقريباً، وهذا على العكس من الفحم الحجري والنفط، لذلك فهو لا ينتج لدى احتراقه إلا مقداراً يكاد لا يذكر من ثاني أكسيد الكبريت، وهو الغاز الرئيسي الذي يسبب الأمطار الحمضية. ومن جهة مهمة أخرى، فليس للغاز حين يحترق مخلفات مثل الغبار والرماد، ولا يترك وراءه نفايات نووية يجب على الإنسان التخلص منها. وبالمقارنة مع الطاقة النووية والنفط، فإن أي حدث يقع بسبب الغاز يكون مؤقتاً، وينحصر محليًّا، ولا تكون له آثار بعيدة المدى.

وعلى المدى الطويل وخصوصاً إذا ما استمرت زيادة احتياطي الغاز الطبيعي، فإن الغاز سيحل جزئياً محل مشتقات النفط لتشغيل وسائل النقل؛ مما سيقلل من التلوث البيئي على مستوى العالم نتيجة انخفاض انطلاق الغازات المسببة للاحترار العالمي، ومن الناحية الكيميائية فإن الغاز الطبيعي هو الوقود المثالي للآلات التي تعمل بشرارة الإشعال، وعلى العكس من البنزين فإن الغاز الطبيعي لا يحتاج إلى رصاص، يضاف إليه لضبط عملية الإشعال، ومعروف عن الرصاص أنه يلوث البيئة، كما أن التخلص من الرصاص يجعل الغاز وقودًا أقل كلفة بالمقارنة مع البنزين. ومن الصعوبات التي تكتنف استخدام الغاز الطبيعي وقوداً لوسائل النقل، مشكلة خزن كميات كافية منه في المركبة لإتاحة الفرصة لها لقطع مسافات بعيدة، لكن العلماء يجرون الآن أبحاثاً للتغلب على هذه المشكلة، ومن الحلول التي يجري التفكير فيها، تحويل الغاز الطبيعي إلى سائل، وليست هذه بالعملية السهلة، وهكذا يتضح أن للغاز الطبيعي مستقبلاً مشرقاً في دنيا الصناعة والنقل، إضافةً إلى استخداماته التقليدية في المنازل والمكاتب وتوليد الطاقة الكهربائية.

٣-٢. الملوثات البيئية الصناعية

تمارس الصناعة دورًا مهمًّا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية لمختلف البلدان، ويتمثل في إنتاج السلع وتقديم الخدمات الصناعية باستخراج الموارد الطبيعية واستخدامها في صناعة المنتجات وتصريف النفايات وتوزيع المنتج النهائي واستخدامه والتصرف فيه (بما في ذلك إعادة استخدامه وتدويره). ويمكن أن تحدث الآثار البيئية بدرجات متفاوتة من الخطورة طوال كامل دورة حياة المنتج الصناعي وتتجسد تلك الآثار في مشكلات محلية أو إقليمية أو عابرة للحدود و/أو بيئية عالمية، وكثير من العمليات الصناعية تتسم في ذاتها بالخطورة ويمكن أن تسفر عن حوادث خطيرة لها آثار ضارة على الصحة البشرية إضافة إلى آثارها على البيئة أيضًا.

وعلى الرغم من أن الصناعة تعتبر المستخدم الرئيس للموارد الطبيعية وتعد مصدرا مباشرا أو غير مباشر للتلوث وغيره من الآثار البيئية إلا إن لها في ذات الوقت الدور المهم لتحقيق التنمية المستديمة؛ استنادًا لامتلاكها التكنولوجيا والمعرفة والموارد وروح المبادرة اللازمة للابتكار وهي الأمور المهمة المستخدمة في تحقيق الأهداف المختلفة بشكل عام والبيئية منها بشكل خاص .

إن الآثار البيئية للأنشطة الصناعية معروفة بشكل واضح، ولا يزال النقاش حول ردود الفعل المناسبة تجاهها مستمرا في مختلف المحافل الدولية والوطنية والأمر المهم هو ضرورة اتخاذ الإجراءات المناسبة.

٣-٢-١. التلوث البيئي بالملوثات الصناعية

مقدمة

تتسبب الصناعة عادة فى تلوث البيئة من حيث هواء المنشاة الصناعية ، وهواء المناطق المحيطة بها ، كما تلوث مياه الصرف الصناعى المياه السطحية التى تصرف فيها فتؤثر على الصلاحية الحيوية لهذه المياه وقد تسبب تسممها. وتعتمد درجة خطورة الملوثات الصادرة من الصناعة على نوعية الصناعة ومدخلاتها والطرق التكنولوجية المستخدمة بها.

وتعرف المخلفات الصناعية بأنها المواد التي لا يحتاج إليها أصحابها ويريدون التخلص منها ، وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الصناعات بمختلف أنواعها والتي أصبحت تشكل جزءًا كبيرًا من المخلفات نتيجة للتوسع في الصناعات الصغيرة والمتوسطة ، ويمكن تقسيم المخلفات الصناعية إلى :

أ - مخلفات صناعية غير خطرة

وهي المخلفات الصناعية التي لا تشكل خطرا على البيئة أو الإنسان أو الصحة العامة مثل بعض الصناعات الغذائية ومواد التغليف وخلافه .

ب- مخلفات صناعية غير خطرة

وهي المخلفات الصناعية التي تشكل خطرًا على البيئة أو الإنسان أو الصحة العامة مثل: المواد الكيميائية والمبيدات والأصباغ والمذيبات .

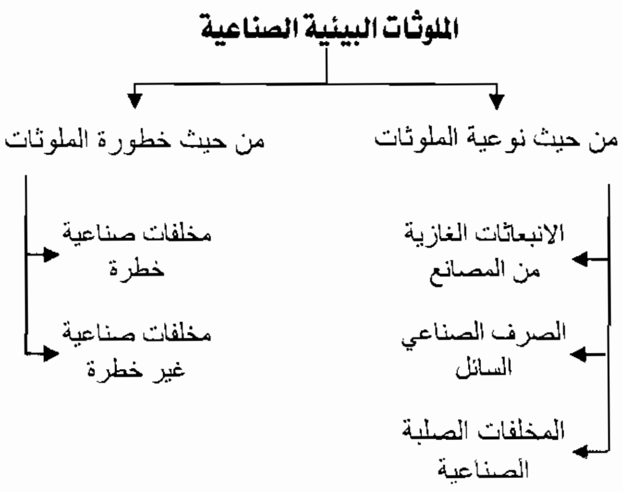
تشكل المخلفات الصناعية واحدة من اخطر ملوثات البيئة ، فقد يترتب عن صرف هذه المخلفات في البحيرات الأنهار والبحار والمحيطات نتائج وأضرار جسيمة للكائنات الحية الموجودة فيها أو المرتبطة بها. ومن أخطر أنواع التلوث البحري بالمخلفات الصناعية تلك التي تنتج من الصناعات الكيميائية مثل: صناعات التعدين والورق والنسيج والصباغة والمبيدات ومستحضراتها. فمخلفات هذه الصناعات تلوث البيئة المائية بمركبات كيمائية شديدة الخطورة والسمية أو بمعادن ثقيلة سامة، مثل: الزئبق والرصاص والكادميوم والزرنيخ وغيرها.

وتتمثل خطورة هذه المخلفات في :

- احتمالية تلوث الهواء والماء والتربة بهذه المخلفات .
- التسبب في بعض الأمراض كأمراض الجهاز التنفسي والربو والحساسية .
- لا تقتصر مخاطر المخلفات الصناعية على المتعاملين معها فقط بل تمتد لبقية أفراد المجتمع الذين يتعرضون لمكوناتها بشكل أو بآخر؛ فالخطر الحقيقي يتمثل في الآثار طويلة الأجل التي قد تصيب الإنسان والبيئة من جراء ملايين الأطنان

من المخلفات الخطرة المنتشرة على وجه الأرض، سواء المطروحة في حفر أو الملقاة في مجاري السيول أو المتروكة في الحقول أو المهملة أو الملقاة في البحار أو المدفونة في باطن الأرض أو التي تحرق بلا تدابير وقائية مناسبة .

- إن أغلب المخلفات الصناعية هي من المخلفات الكيميائية، وكثير من هذه المواد ذات طابع سام .
- إن جوهر مشكلة المخلفات الصناعية يدور في أغلب الأحيان حول الإهمال في معالجة المنتجات الضارة المشتقة عن الإنتاج الصناعي، وعدم العناية بكيفية التخلص منها .
- التأثير المباشر على الحياة البحرية وما يترتب عليه من إخلال للتوازن الحيوي بها.
- إن لبعض هذه الملوثات صفة التراكم داخل أجسام الكائنات البحرية كالزئبق مما يسمح بانتقالها للإنسان خلال السلاسل الغذائية .
- كثرة عدد هذه الملوثات الضارة وزيادة المنتجات المركبة الجديدة بصورة أسرع من تطور الدراسات التي تدور حول معرفة أضرارها .



٣-٢-٢. أثر الصناعة في البيئة

أصبحت الآثار البيئية للأنشطة الصناعية معروفة ومفهومة بشكل واضح في الوقت الحاضر ، ويؤدي تقييم تلك الآثار إلى عدد من الاستنتاجات الرئيسة التي لابد من أخذها بنظر الاعتبار عند اتخاذ القرارات وبالتالي الإجراءات المناسبة تجاه تلك الآثار. ويتضح على نحو متزايد أن الآثار البيئية للانبعاثات الصناعية وعمليات التصريف في أوساط محددة (الهواء ، الأرض ، الماء) مترابطة ، نادرًا ما تتمركز في وسط واحد، غير أن عددًا كبيرًا من السياسات التي تنفذها الحكومات في الوقت الحاضر تركز على وسط واحد ويمكن أن تؤدي إلى نقل التلوث من وسط إلى آخر. لذا كان من الضروري اعتماد نهج متكامل وكلي إزاء السياسة العامة في مجال البيئة.

إضافة إلى ذلك، فإن مدى الآثار البيئية يتزايد وبشكل خاص مع طول الفترة أو الوقت الفاصل بين الانبعاثات وآثارها والعواقب البيئية أو الصحية النهائية، وعلى الرغم من تلك الآثار يمكن أن تتجلى وبشكل واضح على الصعيد المحلي و/ أو الإقليمي،فان المشكلات البيئية الناجمة عن الأنشطة الصناعية تؤثر على البيئة العالمية، ويستوجب ذلك بالتالي ضرورة أن تكون الحلول المعتمدة عالمية.

تمتلك الحكومات المختلفة (وبشكل خاص المتقدمة منها) نظمًا مناسبة لمراقبة جودة الهواء و/ أو الماء ، وهي بحاجة ماسة أيضا إلى مراقبة استخدام الموارد الطبيعية من قبل القطاع الصناعي وأن تربط بين استخدامها (استهلاكها) وتدهور البيئة.

٣-٢-٣. أنواع الملوثات المنتجة بالمصانع

أولاً : الانبعاثات الغازية

تنطلق من المصانع والمنشات الصناعية العديد من الانبعاثات الهوائية الملوثة للبيئة والتي لها تأثير ضار على الإنسان. وتشمل الانبعاثات إلى الهواء العديد من الغازات الضارة مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين .

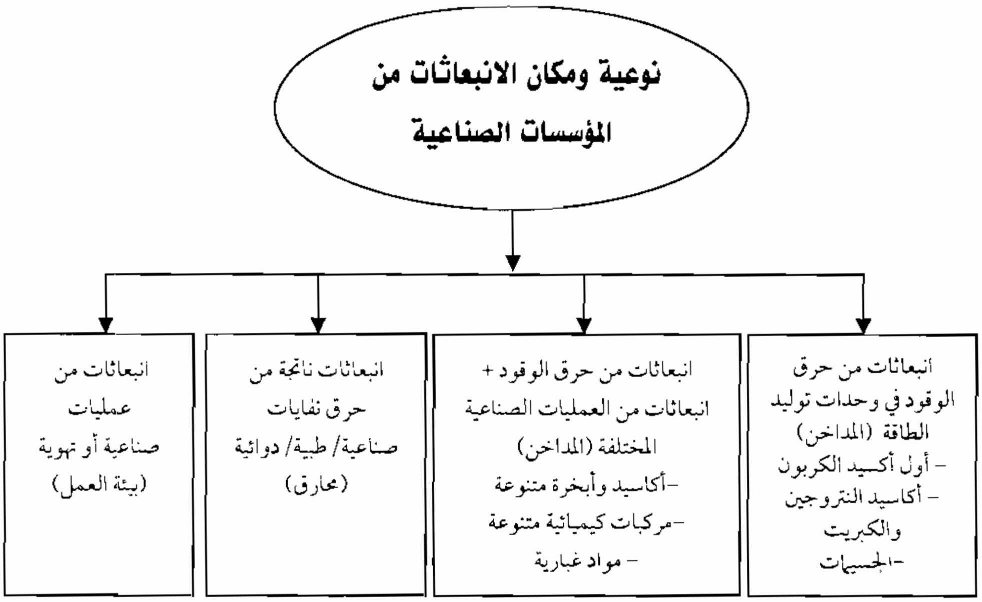
تعد الانبعاثات الغازية من اخطر الملوثات البيئية المتولدة عن الصناعة؛ لانتشار هذه الملوثات وقد تصل إلى المناطق السكنية بالمدن مما يفاقم من مخاطرها وآثارها البيئية .

صور الانبعاثات الغازية المنطلقة من المنشأت الصناعية :

- غازات
- أبخرة .
- رذاذ (أيروسول).
- أتربة(جسيمات صلبة عالقة) .
- دخان.

مصدر الانبعاثات من المنشآت الصناعية

- انبعاثات من المداخن .
- انبعاثات هاربة(من بيئة العمل).
- انبعاثات هاربة (من العمليات الصناعية) .
- انبعاثات كلوروفلوروكربون والهالونات .
- انبعاثات الحرق.



وسوف نعطي مثالا للانبعاثات المتولدة من كل من صناعة الأسمنت، باعتبارها من اخطر الصناعات الملوثة للبيئة الهوائية ،وصناعة دباغة وصقل الجلود .

٣-٢-٤.الأنبعاثات فى الجو من صناعة الأسمنت

اولاً : انبعاثات ثانى أكسيد الكربون

هناك مصدران لثانى أكسيد الكربون فى صناعة الأسمنت:

- احتراق الوقود الكربونى (Fossil Fuel).
- عملية تكليس الحجر الجيرى وتحويله إلى جير فى الفرن.

وأفضل الأساليب للحد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون هى زيادة الكفاءة طاقة الفرن، واستخدام أنواع الوقود التى تتسبب فى انبعاث كميات أقل من ثانى أكسيد الكربون مثل الغاز الطبيعى. ومن جهة أخرى يمكن الحد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون الناتجة عن تكليس الحجر الجيرى، باستخدام مخلفات الجير الناتجة عن صناعات أخرى.

ثانيًا : انبعاث الجسيمات

- طحن وتداول المواد الخام.
- تشغيل الفرن وتبريد الكلنكر.
- طحن وتداول وتعبئة المنتجات.

يوضح الجدول التالي مصادر التلوث المختلفة وانبعاثاتها.

جدول ٣-٢

مصادر التلوث المختلفة وأنبعاثاتها

المصدر	الملوثات
تكسير المواد الخام وطحنها وتداولها	الجسيمات (الأتربة)
تشغيل الفرن وتبريد الكلنكر	الجسيمات (الأتربة) أول أكسيد الكربون، آكاسيد الكبريت والنتروجين، الهيدروكربونات، ألدهيدات، كيتونات، غبار الممرات.
طحن المنتجات وتداولها وتعبئتها	الجسيمات (الأتربة)

يعتبر الفرن من أهم مصادر انبعاث الجسيمات (الأتربة)، حيث يتسبب دوران الفرن وسرعة سريان غازات الاحتراق فى إثارة كمية كبيرة من الأتربة.

أما الجدول التالي، فيوضح المكونات النمطية لأتربة الفرن فى صناعة الأسمنت – فى مصر.

تنتج العادم فى وحدات توليد الطاقة بسبب حرق الوقود لغرض توليد البخار المستخدم فى توليد الطاقة. أهم المتغيرات التى يحتمل أن تكون مخالفة للقوانين البيئية هى: الجسيمات، أكاسيد الكبريت والنتروجين وأول أكسيد الكربون.

جدول ٣ - ٣

الملوثات الناتجة عن العمليات الرطبة والجافة

مصدر التلوث الرئيسى	المدخلات	المخرجات	الملوثات	التأثير
العمليات الرطبة:				
تكسير المواد الخام	حجر جيرى، سيليكات طفلة، أتربة سطحى، جبس	مواد خام مطحونة	أتربة من المواد الخام	تلوث الهواء
خلط نسب المواد الخام وطحنها	المياه	المعلق	ضوضاء	بيئة العمل
الفرن وتبريد	وقود وتغذية	الكلنكر	بخار ماء	بيئة العمل

مصدر التلوث الرئيسى	المدخلات	المخرجات	الملوثات	التأثير
الكلنكر			أتربة فلاتر الفرن	تلوث الهواء
			درجة الحرارة	بيئة العمل
الطحن النهائى	الكلنكر، الجبس	الأسمنت	أتربة	تلوث الهواء
			ضوضاء	بيتة العمل
أجهزة التعبئة	أسمنت		مخلفات صلبة	
			أتربة الأسمنت	تلوث الهواء
العمليات الجافة				
تكسير المواد الخام	حجر جيرى، سيليكات، طفلة، أتربة سطحى، جبس	مواد خام مطحونة	أتربة من المواد الخام	تلوث اهواء
خلط نسب المواد الخام	مواد خام مطحونة		أتربة من المواد الخام	تلوث الهواء
الطحن	المواد الخام	المواد الخام	ضوضاء أتربة ممرات من الفرن	بيئة العمل
الفرن	وقود وتغذية	الكلنكر	أتربة الفرن درجة الحرارة	تلوث الهواء بيئة العمل
مبرد الكلنكر	كلنكر ساخن	الكلنكر	-	تلوث الهواء
الطحن النهائى	كلنكر، جبس	أسمنت	اتربة ضوضاء	تلوث الهواء بيئة العمل
أجهزة التعبئة	أسمنت		مخلفات صلبة	تلوث الهواء
مدخنة الفرن	عادم وجسيمات	عادم وجسيمات	الجسيمات	تلوث الهواء

٣-٢-٤-١ طرق للحد من التلوث الهوائي في مصانع الأسمنت كأحد الأمثلة لمكافحة تلوث الهواء في المجال الصناعي

إجراءات الحد من تلوث الهواء

العادم	تتسبب العوامل التالية فى تواجد الجسيمات ضمن تيار الغازات العادمة: محتوى الوقود من الرماد والمعادن الثقيلة، درجة حرارة احتراق منخفضة، مستوى منخفض من أكسجين الاحتراق الزائد، معدل سريان مرتفع للغازات العادمة. ويرجع تواجد ثانى أكسيد الكبريت ضمن الغازات العادمة إلى محتوى الوقود من الكبريت، بينما تتكون أكاسيد النتروجين بسبب درجة حرارة احتراق مرتفع وزيادة كبيرة فى نسبة أكسجين الاحتراق الزائدة. أما أول أكسيد الكربون فيتكون بسبب الاحتراق غير التام للوقود عند نسبة هواء/ وقود منخفضة. وفيما يلي عرض لبعض الإجراءات التى تؤدى إلى الحد من تلوث الهواء بسبب الغازات العادمة: استبدال المازوت (محتوى مرتفع من الكبريت) بالسولار أو الغاز الطبيعى. التحكم فى نسبة الهواء إلى الوقود أثناء الاحتراق ونسبة الهواء الزائد المناسبة لضمان الاحتراق التام وتحول اول أكسيد الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون. الحفاظ على درجة حرارة احتراق معتدلة للحد من انبعاث الجسيمات وأكاسيد النتروجين.
الأتربة	يعتبر تشغيل الفرن هو المصدر الرئيسى لانبعاث الأتربة والملوثات الغازية بسبب رداءة نوعية المواد الخام. ويمكن التخلص من جسيمات الأتربة الكبيرة بواسطة السيكلونات (المدومات) أو أية وسائل ميكانيكية أخرى، أما جسيمات الأتربة الصغيرة فيمكن تجميعها والتخلص منها بواسطة مرشحات الأكياس (Bag Filters) والمرسبات الكهروستاتيكية (الكتروستاتيكية) أو أجهزة غسل الغاز الرطبة. الكهروستاتيكية.
خفض انبعاث الأتربة عند المصدر	هناك ثلاث وسائل لخفض انبعاث أتربة الفرن: خفض دوامات الغازات داخل الفرن، تجنب سرعات تدفق الغازات العالية، استخدام السلاسل عند الطرف البارد فى الفرن (فى حالة العمليات الرطبة) حيث تقوم السلاسل باحتجاز الأتربة قبل دخولها إلى المدخنة. وتتضمن معظم أفران العمليات الرطبة منطقة سلاسل الطرف البارد لاحتجاز الأتربة.

تـدوير الأتربـة وإعـــــادة استخدامها	يمكن إعادة استخدام الأتربة المتجمعة فى فلاتر الأكياس فى المنشأة أو خارجها. وتتم إعادة الأتربة إلى الفرن مباشرة سواء عند الطرف الساخن من الفرن او فى وسطه أو عند فتحة التغذية غير أن إعادة استخدام الأتربة تتوقف على كمية الملوثات التى يمكن أن تحتويها بالإضافة إلى أن نوعية الكلنكر تتأثر سلبًا ببعض الملوثات مثل المعادن القلوية (الليثيوم، الصوديوم، البوتاسيوم). كما تؤثر جودة المواد الخام المستخدمة فى إنتاج الكلنكر ونوعية الوقود المستخدمة فى الفرن على المكونات الكيميائية للأتربة وبالتالى تؤثر على معدلات إعادة الاستخدام. كما يمكن استخدام أتربة الفرن فى مجالات متنوعة مثل: استخدامها كمواد ممتزة (امتصاص مادة أخرى على السطح فقط) او كعامل تعادل لمياه الصرف الحمضية أو كمثبت للتربة، كما يدخل تراب الأفران ضمن منتجات زراعية وبنائية مختلفة.

يلخص الجدول التالي أفضل أساليب التحكم فى تلوث الهواء.

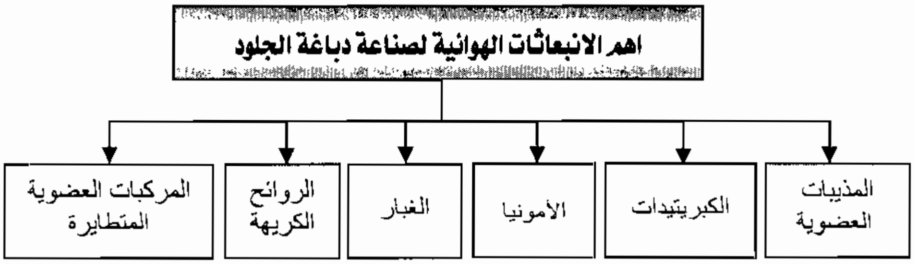
جدول ٣-٤

التحكم فى تلوث الهواء	
احتجاز أتربة الفرن	• المرسبات الكهروستاتيكية. • فلاتر أكياس • سيكلونات • جهاز التعادل
احتجـاز أتربـة مـبرد الكلنكر	• مرشح المهد ذو الحبيبات • المرسبات الكهروستاتيكية • فلاتر أكياس
الـتحكم فى الأتربـة الناتجـة عـن عمليـات أخرى	• تغطية أو تغليف معدات النقل، الكسارات، نقاط نقل المواد ومناطق التخزين. • تركيب مجمعات الأتربة الميكانيكية أو فلاتر أكياس فى المناطق الأكثر إصداراً للأتربة. • وصف وتمهيد الطرق بالمنشأة. • استخدام الأجهزة التى تعمل بتفريغ الهواء لتنظيف طرقات المنشأة. • رشاشات المياه لطرق المنشأة ومخازن الأكوام. • استخدام رشاشات عصارة التثبيت فى مخازن الأكوام.

٣-٢-٥. الانبعاثات الهوائية لصناعة دباغة الجلود

تنطلق من صناعة دباغة الجلود العديد من الانبعاثات الهوائية الملوثة للبيئة، والتي لها تأثير ضار على الإنسان.

وتشمل الانبعاثات الهوائية مـــن مرافق الدباغة المذيبات العضوية من عمليات الدباغة وصقل الجلود، والكبريتيدات من عمليات الأسطوانة الخشبية معالجة المياه المستعملة، والأمونيا من معمل عمليات المعالجة الأولية والدباغة وعمليات ما بعد الدباغة، والغبار (إجمالي المواد الجسيمية من عمليات المعالجة المختلــفة) ، والروائـــح .وقد تحدث انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت أثناء التبييض أو عمليات ما بعد الدباغة، أو إزالة الكلس باستخدام ثاني أكسيد الكربون ، لكنها لا تمثل في الغالب مصدرًا كبيرًا للانبعاثات .



أ- المذيبات العضوية **Organic Solvents**

تستخدم المذيبات العضوية في عمليات إزالة الشحوم والصقل. وقد تتباين انبعاثات المذيبات العضوية غير المعالجة من عملية الصقل بين ٨٠٠ إلى ٣٥٠٠ مجم/ متر مكعب في العمليات التقليدية. ويعزى ما يقرب من ٥٠٪ من انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة إلى آلات الصقل بالرش، فيما تعزى نسبة الخمسين بالمائة المتبقية لآلات التجفيف. وقد تستخدم المركبات العضوية المكلورة، وتتحرر الانبعاثات من عمليات النقع، وإزالة الشحوم ، والصباغة ، والمعالجة بالدهون الملينة ، والصقل .

ب- الكبريتيدات Sulfides

تستخدم الكبريتيدات في عملية إزالة الشعر ، وقد يتحرر كبريتيد الهيدروجين H_2S عند تحميض السوائل المحتوية على الكبريتيد وأثناء الأنشطة التشغيلية العادية (مثل فتح الاسطوانات أثناء عملية إزالة الكلس، أو تنظيف / إزالة الحمأة المتخلفة عن العمليات في الأخاديد والحفر ، وعمليات التسليم الضخمة لسوائل الأحماض أو الكروم والتي يتم ضخها في حاويات تحتوي على كبريتيد الصوديوم) ، ويعد كبريتيد الهيدروجين الذي قد ينتج من بعض العمليات مركبًا مهيجًا وخانقًا.

جـ- الأمونيا Ammonia

قد تتولد انبعاثات الأمونيا من بعض خطوات المعالجة الرطبة (مثل إزالة الكلس والشعر أو أثناء التجفيف في حالة استخدام الأمونيا لمساعدة تغلل الصبغة أثناء عملية التلوين) .

د- الغبار Dust

يمكن أن تنبعث الأتربة والغبار خلال مرحلة الإنشاء وتشغيل مصانع دباغة الجلود ففى مرحلة الإنشاء تتولد معظم الأتربة من حركة السيارات على الطرق غير المغطاة ومن عمليات الحفر باستخدام معدات الحفر، مثل الحفارات ، وخلال تشغيل مصانع دباغة الجلود قد تنبعث جزيئات الأتربة والغبار من العمليات الصناعية أو الأنشطة التالية:

- تخزين وتـا اول مساحيق الكيماويات الجافة.
- الكشط الجاف.
- التلميع.
- آلات إزالة الغبار.
- أسطوانات الطحن.
- التسنيد.

هـ - الروائح الكريهة Odors

قد تنبعث الروائح الكريهة من الجلود، أو كنتيجة لتعفن الجلد نفسه ، ومن المواد المستخدمة مثل الكبريتيدات ومركبات المركبتان والمذيبات العضوية ، ويعد غاز كبريتيد الهيدروجين أكثر المواد المسئولة عن الروائح الكريهة في دباغة الجلود.

و- المواد العضوية المتطايرة Volatile Organic Compounds

المركبات العضوية المتطايرة (VOC) هي مواد كيميائية سهلة وسريعة التبخر، وسهلة الذوبان في الدهون وهي ضارة بصحة الإنسان. وتسبب بعض المدابغ تلوثا للهواء عندما تنبعث منها المركبات العضوية المتطايرة بكميات كبيرة ، وهذه المركبات تنبعث في الجو؛ بسبب استخدام المذيبات الأساسية كمنتجات للتشطيب (بيوتيل أسيتات، إيثيل أسيتات ، أسيتون،....وغيرها) التنظيف الجاف وإذابة الدهون، وكذلك استخدام مواد الترابط ومواد التشطيب باستخدام البوليمر ،ومواد الدباغة المتطايرة أو مذيبات التنظيف.وقد حددت بعض دول الاتحاد الأوربي حدودًا لانبعاثات المركبات العضوية المتطايرة للمدابغ، ففي إسبانيا فإن القوانين الحالية وضعت حدودًا تصل إلى ٨٥ جم / م٢ للمدابغ التي تستهلك أكثر من ١٠ طن / سنويًا من المذيبات العضوية، و ٧٥ جم / م٢ إذا كان الاستهلاك يزيد عن ٢٥ طن/ سنويًا .

٣-٢-٥-١ . إجراءات تخفيف آثار تلوث الهواء الناتج عن صناعة دباغة وصقل الجلود

تشمل إجراءات تخفيف آثار تلوث الهواء الناتجة عن صناعة دباغة الجلود الآتي:

١ - الإجراءات الموصي بها لمنع التلوث بالمذيبات العضوية والسيطرة عليه.

٢ - التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الكبريتيدات والحد منها.

٣ - منع انبعاثات الأمونيا والتحكم فيها.

٤ - التحكم في انبعاثات الأتربة .

٥ - التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الروائح والحد منها.

١ - الإجراءات الموصي بها لمنع التلوث بالمذيبات العضوية والسيطرة عليه:

- دراسة إمكانية استخدام التركيبات ذات الأساس المائي (التي تحتوي على كميات منخفضة من المذيب) للصباغة بالرش؛
- تطبيق أساليب الصقل المعتمدة على مركبات عضوية موفرة للمذيبات مثل آلات الطلاء بالبكرات أو الطلاء عبر الستائر ما أمكن ذلك (مثال وضع طبقات ثقيلة من مادة الصقل) ، أو استخدام وحدات الرش المزدوجة المزودة بموفرات ومسدمات رش كبيرة الحجم / منخفضة الضغط ؛
- منع استخدام المذيبات المحظورة دوليًّا (يرحى الرجوع إلى قائمة المذيبات المحظورة بموجب برتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفذة لطبقة الأوزون) ؛
- التحكم في انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة عن طريق استخدام أساليب التحكم الثانوية على النحو الموضح في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. وتشمل الضوابط المتعلقة تحديدًا بالصناعة على استخدام أجهزة غسل الغاز الرطبة (بما في ذلك استخدام عامل مؤكسد لأكسدة الفورمالديهيد)، وامتزاز الكربون النشط ، والمرشحات الحيوية (لإزالة الروائح) ، والمعالجة بالتبريد ، والأكسدة المحفزة أو الحرارية .

٢ - التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الكبريتيدات والحد منها:

تشمل التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الكبريتيدات والحد منها ما يلي :

- الاحتفاظ بمستوي أس هيدروجين أساسي فوق قيمة ١٠ في خزانات المعالجة وخزانات أكسدة الكبريتيد في المرفق ؛
- منع حدوث ظروف لاهوائية في أماكن السوائل والحمأة المحتوية على كبريتات ؛
- إضافة كبريتات المنجنيز للنفايات السائلة التي تمت معالجتها حسب الحاجة لتسهيل أكسدة الكبريتات ؛

- في الأماكن التي يتوقع انبعاث كبريتيد الهيدروجين فيها ينبغي استخدام وسائل تهوية مناسبة لالتقاط هذه الانبعاثات ، ثم معالجتها بأجهزة غسل الغاز الرطبة أو بالمرشحات الحيوية (خاصة بالنسبة لوحدات معالجة مياه الصرف الصناعي المتولدة من المدابغ) .

٣- منع انبعاثات الأمونيا والتحكم فيها:

يمكن منع انبعاثات الامونيا والتحكم فيها عن طريق استخدام وسائل التهوية الكافية ، والتي يتبعها الغسيل الرطبة للغازات باستخدام محلول حمضي .

٤- التحكم في انبعاثات الأتربة :

ينبغي التحكم في انبعاثات الأتربة عن طريق الأنظمة المركزية ، وأجهزة الفصل الدوامية ، وأجهزة غسل الغاز ، ومرشحات الأكياس النسيجية ، حسب الحاجة .

٥- التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الروائح الكريهة والحد منها:

تشمل التدابير المتبعة لمنع انبعاثات الروائح الكريهة والحد منها ما يلي :

- تجفيف الجلود الخام على الفور ؛
- تقليل الوقت الذي تبقي فيه الحمأة في وحدات التكثيف والتغليظ ، والقيام بنزع الماء من الحمأة المتكثفة باستخدام أجهزة الطرد المركزي أو الترشيح بالضغط ، وتجفيف كعكة الحمأة الناتجة عن الترشيح . وقد تؤدي الحمأة التي تحتوي على أقل من ٣٠ في المائة مادة جافة صلبة إلى توليد روائح كريهة إلى حد كبير بصفة خاصة ؛
- تهوية مناطق الدباغة والتحكم في العوادم المنبعثة من المناطق ذات الروائح الكريهة (علي سبيل المثال أماكن تغليظ وتكثيف ونزع المياه من الحمأة) باستخدام مرشح حيوي و/أو جهاز غسل الغاز الرطب مع مادة حمضية أو قلوية أو مؤكسدة .

٣-٢-٦. ثانيًا المخلفات السائلة الصناعية

تعرف المخلفات الصناعية السائلة بأنها المخلفات الناتجة عن النشاط الصناعي والخارجة من عمليات التصنيع المختلفة، والتي تكون في صورة سائلة وتحتوي معظم هذه المخلفات على نسبة كبيرة من المياه وقليل من المواد الصلبة الذائبة وغير الذائبة .

تساهم كثير من الصناعات (مثل صناعات التعدين والورق والنسيج والصباغة وغيرها) في إنتاج قدر كبير من المخلفات الصناعية السائلة ، ويزداد حجم هذه المخلفات في الدول الصناعية الكبرى، ومع التقدم الصناعي لكثير من دول العالم وازدياد عدد المنشأت الصناعية في معظم دول العالم النامي والمتقدم، ظهرت مشكلة التخلص من المخلفات الصناعية السائلة الناتجة عن النشاط الصناعي، واتجهت كثير من الشركات الصناعية إلى التخلص من مخلفاتها السائلة بصرفها إلى المجارى العمومية والتي قد تصرف مياهها المعالجة على المسطحات المائية المختلفة، ومن ثم فإنها تصل مرة أخرى للبيئة المائية، وعندما تخلو هذه المياه من المواد السامة الضارة، فإنه يمكن مباشرة إلقاؤها مباشرة في المجاري المائية دون الحاجة إلى معالجتها، ومثال لذلك : المياه المستخدمة في تبريد الأجهزة الصناعية وهي مياه لا تحتوي إلا على قدر صغير من الشوائب، ولا يخشى منها في احداث تلوث بالمجاري المائية ، ولكن في أغلب الأحيان، فإن الأمر يحتاج إلى معالجة مياه الصرف الصناعي لاحتوائها على كثير من المواد الكيميائية الضارة بالبيئة المائية وبصحة الإنسان .

وتقدر المواد الكيميائية المعروفة حتى الآن والتي تتواجد في مياه الصرف الصناعي بأكثر من ٧٠٠٠٠ مادة كيمائية منها أكثر من ٤٠٠٠٠ مادة يمكن اعتبارها من المواد الضارة بالبيئة ، فمنها ما هو شديد السمية ، ومنها ما يمثل خطورة على الأطفال والسيدات الحوامل ومنها ما يسبب السرطان.

ومياه الصرف الصناعية يختلف وضعها من صناعة لأخرى نتيجة لاختلاف المواد الأولية اللازمة للصناعة والمواد الناتجة أو المصنعة .

وسوف نستعرض بعضًا من المخلفات السائلة الخاصة ببعض الصناعات.

٣-٢-٦-١. المخلفات السائلة الناتجة عن صناعة الأسمدة

يمكن تقسيم مياه الصرف والمخلفات السائلة، الناتجة عن صناعة الأسمدة وتصنيعها، إلى أربعة مجموعات:

- مخلفات سائلة ناتجة عن عمليات التشغيل وناتجة عن التلامس مع الغاز، أو السوائل أو المواد الصلبة.
- السوائل المخصصة والتى قد يتم فصلها للاستخدام فى عملية ما أو إعادة تدويرها بمعدل محكوم .
- السوائل الناتجة عن المرافق مثل التنظيف المعالجة المبدئية.
- السوائل التى تتواجد مصادفة مثل التسرب أو الانسكاب.

وتتولد المخلفات السائلة فى أية منشآت لإنتاج الأسمدة عن طريق التسرب، الانسكاب والتنظيف والصيانة أو الاختبارات المعملية. وقد تحتوى مياه التبريد على الأمونيا والسلفات والكلورايد، والفوسفات، والكرومات والمواد الصلبة المذابة والتى تصبح مركزة نتيجة للتبخر.

أ) المخلفات السائلة من تصنيع الأسمدة الفوسفاتية

تشتمل السوائل على المخلفات المائية الناتجة عن وحدات المعالجة المائية ، وأبراج التبريد، وتفوير الغلايات، والتسرب والانسكاب ومياه الأرضيات . ولا يكون تلوث مياه التبريد ملوثًا بشكل خطير فى معظم الأحيان، إلا أن هناك خط مخلفات سائلة آخر يكون ملوثًا من المكثفات والمبادلات الحرارية وغاسلات الغازات. ولقد وجد أن المصادر الرئيسية للتلوث هى مياه الغسيل المتولدة عن أبراج غاسلات الغازات. وتعتبر المؤشرات الأساسية لمياه الصرف هى الفوسفور، الفلورايد، السيليكات ، والمواد الصلبة العالقة والأس الهيدروجينى (pH) .

ويتخلف عن إنتاج حمض الفوسفوريك كميات ضخمة من المياه المتجمعة والتى تستخدم فى عمليات التبريد، وتركيز المنتج ، ومعالجة وتخزين الجبس كمنتج ثانوى. ويتم تصفية مياه الجبس من أعلى وترسل إلى برك التبريد من خلال قنوات تجميع .

أثناء عملية التدوير والتبخير، قد تصل نسبة تركيزات التلوث فى مياه البركة عدة جرامات لكل لتر من الفوسفات والفلورايد. وهناك عناصر ملوثة إضافية فى مياه البركة تتكون فى حجارة الفوسفات وهى: الزرنيخ، والكادميوم واليورانيوم، والفاناديوم، والراديوم.

ويوضح الجدولين التاليين أحمال التلوث الناتجة من مصنعى (I، II) لصناعة الورق.

جدول (٣-٥)

أحمال تلوث مياه الصرف لمصنع (I)

الوصف	M^3/D	BOD kg/d	COD kg/d
تحضير القش	١٥٦٠٠	٤٥١٣	٣٧٤٨٧
المهضمات Digesters	٢٠٤٤	٧١٠٤٢	٢٦٣١٧٤
الفصل Screening	١٣٢٢	٢٢	٣٢٦
التبييض Bleaching	١٢٤٠٠	١٦٨٩	٢٩٠٩٤
ماكينات الورق ١،٢،٣	١٣٠٠٠	٩١٤	٥٥٧٨
مصنع الورق المقوى	٣٠٠٠	١٢٦٠	٩٠٠٦
مصنع الكلور – القلوي	١٠٠٠	٢٧٢	٤٧٥٧
المياه / وحدة الغلايات	١٠٠٠	١٥٥	٤٠٦٥
المجموع الكلى	٦٧٧٦٢	٧٩٨٦٨	٣٥٠٤٨٧

جدول (٣-٦)

أحمال تلوث مياه الصرف لمصنع (II)

الوصف	الحمل kg/day
فصل الألياف من القش/ COD	٥٠٠٠
مصنع الورق/ COD	٣٠٠٠٠
مصنع الورق/ BOD	١١٠٠٠
مصنع الورق/ SS	٢٤٠٠٠

ويوضح الجدول التالي أحمال التلوث لمياه الصرف لمصنع (II) من ست ماكينات للورق.

جدول (٣-٨)

أحمال تلوث مياه صرف مصنع (II)

ماكينة الورق	الصرف لتر / دقيقة	الحمل طن / يوم		
		S.S	COD	BOD
١	٢٤٢٨	٣.٤٦	٣.١٢	١.٢٥
٢	٢٣٨٣	٤.٨٤	٣.٢٥	١.٣
٣	١٨٨٧	٣.٠٤	١.٤١	٠.٥٦
٤	٣٢١٠	٢.٩٨	٢.٠٥	٠.٨٣
٥	١٩٣٥	٢.٩٦	١.٩٥	٠.٧٨
٦	٢٠٦٠	١.١	٤.١٨	١.٦٧

٣-٢-٦-٢. تأثيرات المخلفات السائلة لصناعة الورق

يتسبب صرف المواد العضوية في استهلاك الأكسجين عن طريق تفاعلات التحلل في المياه المستقبلة. وتؤدي المواد العضوية إلي زيادة نمو البكتريا والطحالب الموجودة في الماء، وهذه تستهلك الأكسجين المذاب. وتعتمد التأثيرات البيئية على خصائص المياه المستقبلة.

ويتسبب إلقاء مياه الصرف الملوثة بنسبة عالية من BOD في البحيرات والبحر في سرعة نمو الطحالب، ويكون له تأثير على التنوع البيولوجي. كما يتسبب الصرف الفجائي لأحمال عالية من BOD في شبكة المجارى العامة في تأثيرات بيئية غير مباشرة، حيث يمكن أن تتسبب هذه الأحمال المفاجئة في أعطال لمحطة معالجة مياه الصرف.

ويتسبب التبييض باستخدام تركيزات عالية من المركبات المكلورة في وجود مشكلة بيئية، عن طريق تكون مركبات عديدة الكلور سامة ذات تأثير طويل المدى، وبالتالي يمكنها أن تتراكم بيولوجيا في الكائنات الحية .

ويرتبط لون المخلفات السائلة بوجود مركبات عضوية ذات وزن جزيئي عال، مثل مشتقات اللجنين الناتجة من الطبخ والتبييض. ويكون التأثير الرئيسي الناتج عن وجود اللون هو تقليل انتقال الضوء في الوسط المائي، مما يقلل إنتاجية المياه المستقبلة. ويعتمد تأثير تغير اللون في كل حالة بعينها على الإنتاجية الكلية واللون الأصلي للمياه المستقبلة.

ومن النادر أن يكون هناك تأثير بيئي للمركبات غيرالعضوية الموجودة في المخلفات السائلة لإنتاج الألياف. والاستثناء الوحيد لذلك هو الكلورات التى تتكون خلال التبييض بثاني أكسيد الكلور . وهى سامة جدًّا للطحالب ويكون لها تأثيرات غير مباشرة على الكائنات الحية التى تعيش في مستعمرات الطحالب . ويمكن إزالة الكلورات بفعالية بالمعالجة البيولوجية الخارجية .وقد يتسبب صرف مركبات الفوسفور والنتروجين في زيادة مستويات المغذيات nutrients في المياه المستقبلة، مؤديًا إلى زيادة إنتاج الكتلة الحيوية وزيادة استهلاك الأكسجين. وعادة ما تتأثر مستويات عديدة من النظام البيئي عندما يختل التوازن الغذائي .

ويؤدى إلقاء زيوت التشحيم المستعملة من الجراح والورش في نظام المجارى إلى مشكلات بيئية عديدة.

أساليب التحكم في المخلفات السائلة لصناعة الورق

يحدث عموما أن المياه التى تمر خلال العمليات الصناعية تصبح ملوثة نتيجة لإضافة العديد من الملوثات. ولذلك فإن إغلاق دوائر المياه وتقليل المياه العذبة الداخلة يؤدى إلى تقليل المياه الواردة إلى محطة المعالجة. وتشمل مبادئ خفض استخدامات المياه العذبة الإقلال من المتطلبات الأساسية للمحطة، وتفادى التداخلات السلبية لإغلاق دوائر المياه، وإعادة تدوير المياه وبالذات البيضاء غير المصفاة والمياه البيضاء المروقة المتولدة من نظام Save-all والمياه العذبة الناتجة من تنقية المياه المصفاة.

وتعتمد المياه المنصرفة من مصانع اللب والورق أساسا قبل المعالجة على العمليات والكيماويات المستخدمة. وتشمل معالجة مياه الصرف المعالجة الأولية والترسيب والمعالجة البيولوجية. ويمكن تطوير بحيرات التهوية كي تشمل إعادة تدوير الحمأة.

* المعالجة الأولية

الهدف من هذه المرحلة هو إزالة الجسيمات الصلبة. وتستخدم لهذا الغرض كلاً من المرسبات ونظم الطفو بالهواء المذاب في معظم أنواع المصانع. ويمكن أن تنتج نظم الترسيب مياه مصفاة جيدا ولكنها يمكن أن تعانى من صعوبات التشغيل (مثل المواد الصلبة الطافية والروائح الكريهة)، وبالذات عند معالجة مياه الصرف الدافئة ذات التركيزات العالية. ويتم استخدام وحدات الترسيب ذات السرعة العالية لمعالجة مسارات محددة مثل مياه صرف وحدة الطلاء Coating. ويتم أستخدام المعالجة الأولية بالكيماويات (مثل عديدة الإلكترونيات والمخثرات غير العضوية والبنتونايت) للإسراع بإزالة المواد الصلبة الغروية و/ أو زيادة سرعة الترسيب.

* المعالجة الثانوية

الهدف من هذه المرحلة هو إزالة أو خفض الـ BOD والـ COD ،والذي يمكن الحصول عليه بالتحلل الفعلي للملوثات أو بالتصاقها مع الحمأة. وتؤدى الثانية أيضا إلى إزالة المواد غير القابلة للتحلل البيولوجي مثل الفلزات الثقيلة. ومن المتوقع أن ترتبط

الديوكسينات والفيورانات والـ DDT بالكتلة الحيوية والحمأة الليفية بالكامل تقريبا. وباستخدام نفس الطريقة، يتم جزئيا إزالة سداسي كلورو البيوتادايين ،الألدرين الديلدرين، سداسي كلورو البنزين والإندرين، والـ PCBs، وثلاثي كلورو بنزين والفلزات الثقيلة. والبدائل الأساسية لذلك هي النظم البيولوجية الهوائية واللاهوائية. وهناك العديد من التصميمات لكل منها. وفي الوحدة الهوائية يتم استخدام الهواء أو الأكسجين أو خليط منهما.ويؤدى استخدام الأكسجين إلى تحسين الأداء والتحكم، ويمكن تركيبه في الوحدة الموجودة بالمنشأة.

* **المعالجة الثلاثية**

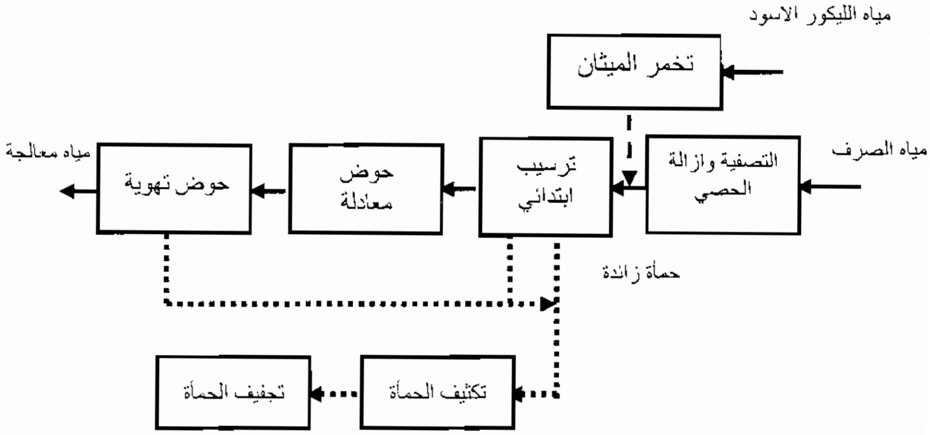
يمكن ربط المعالجة الثلاثية بالأساليب الحديثة، وليس بالتحكم التقليدي في مياه صرف اللب والورق.

وبغض النظر عن نوع المعالجة الموجودة ،فلابد أن يتم تقدير احتمالات إعادة تدوير مياه الصرف المعالجة في نظم مغلقة أو شبة مغلقة ،آخذا في الاعتبار العوامل التالية:

- في المصانع الكبيرة، يمكن إعادة تدوير مياه الصرف إلى المصنع في دائرة ثلاثية tertiary loop للاستخدام في مناطق محددة بعد خلطها بالمياه العذبة. ويسمح هذا الأسلوب بخفض استخدام المياه العذبة.
- استخدام وحدة غشاء أو تبخير يمكن أن يؤدى إلى عدم استخدام وحدة مكافحة تقليدية، وبعد تغطية كل الاحتياجات الممكنة للمياه العذبة من المياه المعاد تدويرها، يمكن خلق نظام خالٍ من الصرف، يحتوى على إضافة مياه عذبة تعويضية فقط لموازنة فواقد التبخير.
- ومن أجل تعظيم الفائدة من استخدام محطة مياه الصرف، فإنه يجب تطبيق المبادئ العامة التالية على التوالي للتحكم في ملوثات المياه كالتالى:
- يجب خفض استخدامات المياه وإعادة تدوير أو إعادة استخدام مياه الصرف. ولابد من صرف المياه غير الملوثة السطحية التى لا يمكن استخدامها في مسار منفصل.

- لابد من تطبيق أساليب الحد من مخاطر تلوث مياه العمليات والمياه السطحية.
- عمومًا، لابد من فصل مسارات المخلفات السائلة، حيث يؤدى ذلك إلى كفاءة أعلى في المعالجة.
- لابد من تصميم النظم لضمان وصول جميع المخلفات السائلة لمحطة المعالجة.
- لابد أن تؤخذ في الاعتبار طبيعة المياه المستقبلة بالنسبة للـ BOD.

والشكل التالي يبين مخططًا كاملاً لمحطة معالجة صرف صناعي لمصنع لب الورق، وفيه تتضح عمليات المعالجة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية .



شكل (٣-١) مخطط لمحطة معالجة صرف صناعي لمصنع لب الورق

٣-٢-٦-٣. الملوثات الموجودة في المخلفات السائلة لصناعة دباغة الجلود

تعتمد صناعة المدابغ أساسًا على عمليات تصنيع الجلود ، والجلود الخام محملة بالقاذورات والملوثات ودباغتها تحتاج إلى نظافة شديدة للجلود وحلق ما بها من شعر واستخدام الجير وكثير من الكيماويات – لذا فمخلفاتها السائلة تحتوي على كثير من الملوثات العضوية من دم وشعر ودهون وأجزاء من اللحم ومواد عضوية عالقة وذائبة بالإضافة إلى المواد غير العضوية، مثل: الأملاح (أملاح الكبريتيدات والامونيوم والكالسيوم) والجير وبعض العناصر الثقيلة مثل الكروم. ولذا فرائحتها كريهة جدًا

وأكسجينها الممتص عالٍ جدًّا قد يصل إلى ١٠٠٠٠ مجم / لتر أو أكثر حسب درجة التلوث.

المياه الناتجة عن عمليات الدباغة (الصرف السائل)

تأتي المياه في المدابغ من عمليات الدباغة (وايت بلو) التي تتم خلال عمليات خلال عمليات دباغة الجلود حيث تحمل المياه معها الكثير من الملوثات العضوية والكيماويات التي لم تتفاعل مع الجلد خلال العملية الصناعية .

تستخدم المياه في معظم عمليات الدباغة لإعداد الأحواض واستخدام كيماويات معينة حيث تمتصها الجلود، وينتج عن عمليات الدباغة الصناعية كميات هائلة من مخلفات المياه ، إذا لم يتم معالجتها قبل صرفها تتسبب عنها أضرار بيئية وصحية ضخمة.

تعتمد كمية المياه المستهلكة في هذا القطاع على العمليات، وكذلك على نوع الجلد المعالج، فيتباين استهلاك المياه في العمليات، ومن ثم في تدفقات المياه المستعملة تباينا شديدا بين المدابغ وفقا للعمليات المطبقة والمواد الخام والمنتجات . وبصفة عامة يكون استهلاك المياه في أعلى معدلاته في المناطق التي تجري بها عمليات الدباغة الأولية، وتستهلك كذلك كميات كبيرة من المياه في عمليات ما بعد الدباغة .

وتتنوع مصادر المياه المستخدمة في دباغة الجلود ، فقد تكون من خطوط إمداد المياه العامة، أو من الإمدادات التي يتم الحصول عليها من الآبار الجوفية أو من المصدرين، كليهما طبقًا للظروف المحيطة بالمنطقة الموجودة بها تلك الصناعة.

عند القيام بإنهاء عملية الدباغة بالكامل، فإن قيمة المياه المستهلكة تتراوح بين ١٨ إلى ٢٠ م٣ لكل ١٠٠٠ قدم مربع من الجلد البقري .

إن المخلفات الناتجة عن عملية الدباغة تتصف باختلافها باختلاف نوع الجلد المدبوغ وباختلاف طرق وتقنيات الدباغة، وكذلك تختلف في حجم المخلفات ونوع وتركيز الأحمال الملوثة ويرجع ذلك إلى الاختلاف في أنواع المنتجات والاختلاف الدائم في الأسواق.

وقد تحتوي المياه المستعملة الناتجة عن عمليات المدابغ ، وإزالة الجير ، والتطرية على الكبريتيدات وأملاح الامونيوم وأملاح الكالسيوم ولكنها تكون ذات محتوى قلوي ضعيف. أما المياه المستعملة الناتجة عن عمليات الصقل على بوليمرات وورنيشات الصقل والأصباغ الملونة والمخثرات.

وغالبًا تكون مصادر أحمال التلوث بمياه الصرف الناتجة عن عمليات الدباغة تاتي من مصدرين مختلفين :

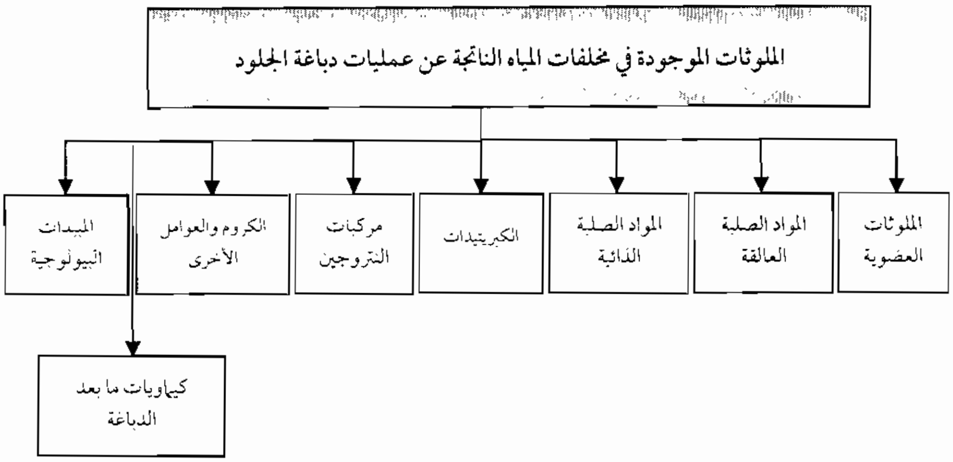
- من الجلود نفسها ويعرف هذا النوع من التلوث بأنه تلوث موروث او متأصل . ويتكون من بروتينات ودهون ودماء الحيوانات والأرض وملوثات أخرى من الجلود الخام .هذه النفايات تضيف ملوثات عضوية إلى مخلفات المياه، وتكون مليئة بالعوامل البيولوجية الممرضة من الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا والفيروسات والطفيليات.
- من المنتجات التي تضاف ولا تلتصق بالجلود وهي تسمى تلوثًا مضافًا أو دخيل .وهي مواد زائدة تدخل في مواد المخلفات التي تحتفظ ببنائها الكيميائي العضوي أو تتغير بدرجة بسيطة جدا .

وكلا النوعين من التلوث تشكل صعوبات ومشكلات للشركات، من وجهة نظر الصرف النهائي لمخلفات المياه، ويستلزم في كثير من الأحيان إنشاء محطات معالجة للصرف الصناعي لعمليات الدباغة؛ حتى يكون هذا الصرف متوافقًا مع المعايير البيئية الخاصة بهذا النوع من المخلفات.

وقد تقوم الشركات بصرف مخلفاتها السائلة إلى شبكة المجاري العامة (شبكة الصرف الرئيسية) أو تقوم بصرفها على المصارف العامة مسببة أضرارًا بيئية خطيرة؛ ذلك أن إلقاء مخلفات المياه في نظام المجاري دون معالجة سابقة يمكن ان ينتج مخلفات تحتوي على كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم بالإضافة إلى تركيزات كبيرة من إلكبريت ، وهذا يؤدي إلى تآكل وإتلاف الخراسانة والأسمنت المكونة لشبكة المجاري؛ بالإضافة إلى أن

بعض المواد السامة (مثل العناصر الثقيلة) يمكن أن تتداخل مع العمليات البيولوجية في محطات معالجة مخلفات المياه الرئيسية (مياه الصرف الصحي).

وسوف نستعرض الملوثات الموجودة في مخلفات المياه الناتجة عن عمليات دباغة الجلود بشيء من التفصيل.



أ - الملوثات العضوية (الحمل العضوي) *COD/BOD*

ينتج حوالي ٧٥٪ من الحمل **العضوي** للمخلفات السائلة الناتجة عن عمليات الدباغة (والتي تقاس كأكسجين حيوي مطلوب BOD وأكسجين كيميائي مستهلك COD) في الأسطوانة الخشبية وبالأخص من عمليات التجيير (إضافة الجير) / إزالة الشعر .كما يوجد مصدر آخر للـ BOD و COD وهو عمليات إزالة الشحوم من الجلد . وقد تصل التركيزات الإجمالية للأكسجين الكيميائي المستهلك COD إلى ٢٠٠.٠٠٠ مليجرام لكل لتر من مياه الصرف .

ب - المواد الصلبة العالقة **Suspended Solids**

المواد الصلبة العالقة هي عبارة عن مواد غير قابلة للذوبان، لأنها ليست ثقيلة بدرجة كافية للترسب في المياه لهذا فهي تبقى معلقة في الماء . فمخلفات المياه التي تحتوي على

تركيز عالٍ من المواد الصلبة (الجير ، الكالسيوم، والأملاح غير القابلة للذوبان ....إلخ) يمكن أن تدمر الطبيعة الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمتلقي من مياه الصرف التي لم يتم معالجتها. فهذا النوع من مخلفات المياه يسبب حدوث عكارة للمياه ويعوق وصول ضوء الشمس لها .وبالتالي يعوق عمليات التمثيل الضوئي وإنتاج الأكسجين، كما يسبب خللاً في البيئة المائية المتلقية لهذا النوع من المخلفات.

وقد تؤدّي المواد العالقة إلى ترسّب الحمأة وتوليد ظروف لا هوائي،ة إذا صُرفت مياه الصرف غير المعالجة في البيئة المائية. كما أن المواد العالقة بكثرة تعيق أنظمة الري في حالة استخدام المياه المعالجة في الري والزراعة، وفي بعض الحالات وجود تركيزات عالية من المواد العالقة يمكن أن يقلل من كفاءة تطهير وتعقيم المياه المعالجة؛ لحجبها كثيرًا من المواد الممرضة.

وتعد بقايا الشعر والدم والدهون المصدر الرئيسي للمواد الصلبة العالقة في مياه صرف المدابغ ، وتتولد المواد الصلبة العالقة غالبًا في مراحل الدباغة النباتية والدباغة بالكروم . وقد تصل التركيزات الإجمالية للمواد العالقة في مياه صرف المدابغ إلى أكثر من ٣٠٠٠ مجم/ لتر.

جـ - الأملاح وإجمالي المواد الصلبة الذائبة Salts and Total Dissolved Solids

يسهم التمليح ومراحل الدباغة الأخرى في وجود الأملاح/ الإليكتروليتات في تدفقات المياه المستعملة والتي تقاس كإجمالي مواد صلبة ذائبة TDS . وينتج حوالي ٦٠٪ من الكلوريد من الملح المستخدم في التجفيف ، والذي يتحرر لاحقًا في مياه النقع السائلة. وتتولد النسبة الباقية بصورة أساسية من التحميض ، وبدرجة أقل من عمليات الدبغ والصباغة . وتشمل المصادر الأخرى التي تسهم في إجمالي المواد الصلبة الذائبة كلاً من استخدام كلوريد الأمونيوم وكبريتات(سلفات) الصوديوم. وقد تصل إجمالي تركيزات المواد الصلبة الذائبة إلى ١٥٠٠٠ مجم/ لتر في النفايات السائلة الناتجة عن عملية الدباغة ،

ويمثل التخلص من الأملاح الذائبة (خاصة الاليكتروليتات المتعادلة) تحديًا كبيرًا لصناعة الجلود وبالأخص المرافق الواقعة في المرافق غير الساحلية .

د - الكبريتيدات Sulfides

تستخدم الكبريتيدات غيرالعضوية ($NaHS$ أوNa_2S) في عملية إزالة الشعر من جلد الحيوان، والتي قد ينتج عنها سوائل محتوية على الكبريتيدات في تدفقات المياه المستعملة.

هـ- مركبات النتروجين Nitrogen Compounds

تقترن الأحمال الكبيرة الناشئة من النتروجين وتصريف نتروجين الأمونيا بعمليات الدباغة بصورة نمطية . ويعد استخدام أملاح الأمونيوم مصدرا رئيسيا لنتروجين الأمونيا في النفايات السائلة من المدابغ (والتي تصل إلى ٤٠٪) .وتشمل المصادر الأخرى لنتروجين الأمونيا الصباغة والبروتينات الحيوانية المتولدة من معمل عمليات مناولة الجلود الأولية. ويتم تصريف غالبية مادة النتروجين الكلي (والتي تقاس كإجمالي نتروجين كلداهل TKN) من عملية التجيير في الأسطوانة الخشبية ، والتي تسهم ككل بحوالي ٨٥٪ من حمل TKN الناتج من مرفق الدباغة .

و - الكروم وعوامل الدباغة الأخرى Chromium and Other Tanning Agents

كروم ٦ أو الكروم السداسي التكافؤ ، يعتبر منتجًا مسببًا للسرطان ، ويتسبب أيضًا في حدوث السمية واضطرابات متعددة، إذا بلع أو استنشق أو تم مناولته. وهناك أضرار أخرى، فهذا المركب قد يتسبب في التعرض لأمراض الكبد والتهاب الكليتين وفساد الدم وغيرها من الأمراض. إلى جانب أن المخلفات التي تحتوي على الكروم سداسي التكافؤ إذا لم يتم التحكم فيها عند التخلص، فمن الممكن أن يتسرب الكروم السداسي إلى التربة ليصل الي المياه الجوفية مسببًا تلوثًا لمياه الشرب .

وتحت ظروف مناسبة لعمليات صناعة الجلود لا ينتج عنها الكروم السداسي التكافؤ، ومع ذلك فقد تتولد كميات كبيرة الكروميوم السداسي التكافؤ عند تعرض جلود معينة إلى الضوء أو درجات الحرارة العالية . وبالمثل، فإن تكون الكرميوم السداسي التكافؤ على الجلد، إذا تعرض للضوء أو الحرارة العالية يتوقف على طرق إعادة الدباغة أو إذابة الدهون المستخدمة خلال العمليات : كلما زاد مستوى اختراق المذيب، زاد الميل إلى تكون الكروميوم السداسي التكافؤ .

وتعد أملاح الكروم ثلاثي التكافؤ (Cr III) من بين عوامل الدباغة الأكثر شيوعًا وتسهم بالجزء الأكبر من (حوالي ٧٥٪) من الكروم في تدفقات المياه المستعملة. وتاتي النسبة الباقية من العمليات الرطبة بعد الدباغة ، ومن صرف المخلفات، ومن العصر. وتساعد خصائص الاختزال التي تتمتع بها حمأة المدابغ في تثبيت الكروم ثلاثي التكافؤ، مقارنة بمحتوى الكروم سداسي التكافؤ نتيجة لوجود المادة العضوية والكبريتيد .

ز – الكيماويات المستخدمة بعد الدباغة Post-Tanning Chemicals

تشتمل عمليات ما بعد الدباغة على استخدام فئات متعددة من الكيماويات تشمل العوامل الدهنية الملينة، المركبات العضوية المكلورة، عوامل التشريب، عوامل العزل، وعوامل الحجب والأصباغ. وتستخدم عوامل التشريب في تحسين صفات القدرة على البقاء (أى زيادة تشرب على الجلد وبقاء المادة الكيميائية عليه سواء كانت صبغة أو مادة ملينة)، وإكساب خواص طرد الزيوت والخواص المضادة للإليكتروستاتيكية ، والحد من الكشط، والعمل كمثبط للهب. وتستخدم المركبات الكيميائية المعقدة (المتراكبة) كالأحماض الكربوكسيلية، والأحماض الكربوكسيلية الثنائية، والأملاح المرتبطة بها ، كعوامل حجب في الدباغة بالكروم.

المبيدات البيولوجية Biocides

تتواجد المبيدات البيولوجية في غالبية التركيبات الكيميائية السائلة مثل الأصباغ والعوامل الدهنية الملينة ومواد الصقل المعتمدة على الكازين. وتطوي المبيدات الحيوية

على السمية وتحتوي على مبيدات للفطريات والبكتيريا . وتستخدم مبيدات البكتيريا بصورة أساسية في بداية عملية تجهيز الجلود أثناء مراحل التجفيف والنقع، فيما تستخدم مبيدات الفطريات عادة من مرحلة التحميض حتى مرحلة التجفيف، حيث تكون ظروف الأس الهيدروجيني في هذه العمليات مناسبة لنمو الفطريات .علاوة على ذلك، تستخدم مبيدات الآفات في مزارع تربية الحيوانات (مثل مبيدات الطفيليات الأولية) والتي تتواجد في الجلود الخام.

تعد المبيدات الحيوية التي تستخدم في صناعة الدباغة مبيدات حيوية غير مؤكسدة بالضرورة ، وتصنف كمركبات أمونيوم رباعية ، والايزوثيازول، ومجموعة الثيوكرباميت وغيرها .وتشمل مبيدات الفطريات مشتقات الفينول (اروثوفينيل فينول)، ومركب TCMTB، والكربامت من بين مشتقات أخرى. وقد تستخدم كذلك المركبات العضوية المهلجنة مثل البرنوبول.

إجراءات تخفيف آثار تلوث المياه الناتجة عن صناعة دباغة الجلود

تشمل إجراءات تخفيف آثار تلوث المياه الناتجة عن صناعة دباغة الجلود الاتي:

١ - التدابير اللازمة لإدارة المياه المستعملة وتقليل كميات استهلاكها.

٢ - التدابير التي يمكن اتباعها للحد من الحمل العضوي في تدفقات المياه المستعملة.

٣ - التدابير التي يمكن اتباعها للحد سن إجمالي المواد الصلبة الذائبة الناتجة من حفظ المادة الخام ومعالجتها.

٤ - طرق الحد من الكبريتيد وتصريفه.

٥ - التدابير اللازمة للحد من حمل النتروجين في النفايات السائلة.

٦ - التدابير اللازمة للحد من استخدام الكروم وتصريفه.

٧ - التدابير اللازمة للحد من كيماويات ما بعد الدباغة.

٨ – التدابير اللازمة للحد من تأثيرات المبيدات الحيوية.

٩ – معالجة المياه الناتجة عن العمليات.

١ – التدابير اللازمة لإدارة المياه المستعملة وتقليل كميات استهلاكها:

ينبغي أن تهدف تدابير العامة لإدارة المياه المستعملة وطرق تحسين العمليات في مرافق الدباغة إلى الحد من الحاجة إلى المعالجة في نهاية خط الإنتاج، ومن كثافة هذه المعالجة عن طريق تطبيق تدابير تقليل المياه المستعملة والتي تشمل :

- الحد من استهلاك المياه من خلال إعادة تدوير تدفقات العمليات ؛
- استعمال الخزانات بدلاً من الحفر لنقع الجلود؛
- وضع الأوعية المستعملة في مراحل عملية الدباغة بشكل مائل عوضاً عن وضعها بشكل عامودي للتقليل من حجم المياه المستعملة؛
- استخدام عمليات الغسيل الدفعية بدلاً من العمليات المعتمدة على الماء الجاري؛
- فصل تدفقات المياه المستعملة (مثل: سوائل النقع، والسوائل الجيرية الغنية بالكبريت والسوائل المحتوية على الكروم) لتحسين سرعة المعالجة وكفائتها، ويساعد فصل تدفقات المياه المستعملة في عزل المركبات المركزة أو المواد السامة بشكل خاص، بحيث يتسنى إزالتها على نحو منفصل، واستعادتها لإعادة الاستخدام إن أمكن.
- استخدام عمليات التعويم القصيرة (على سبيل المثال محتوى مائي منخفض) في دورة الدباغة (مثل التعويم باستخدام من ٢٥–٤٠ في المائة من المياه فيما يتعلق بعمليات التعويم العادية) حيث يتيح ذلك توفير المياه بنسبة تصل إلى ٧٠ في المائة ويساعد على تثبيت الكروم (في ظل درجات الحرارة المتزايدة في نهاية عملية الدباغة)؛
- شق الجلود قبل إزالة الكلس والدبغ، كلما كان ذلك ملائمًا لتحسين اختراق المواد الكيماوية المستخدمة في الدبغ في ألياف نسيج الجلود، وبالتالي الحد من

استخدام الكيماويات؛ مما يؤدي إلى الحد من استهلاك المياه المستخدمة في تهيئة وإعداد تلك الكيماويات.

٢- التدابير التي يمكن إتباعها للحد من الحمل العضوي في تدفقات المياه المستعملة:

تشمل التدابير التي يمكن إتباعها للحد من الحمل العضوي في تدفقات المياه المستعملة هذه ما يلي :

- غربلة (تصفية)المياه المستعملة لإزالة المواد الصلبة الكبيرة؛
- استخدام عمليات إزالة الشعر الإنزيمية استعادة الشعر لإعادة بيعه ، حيث يسهم ذلك في الحد من الأكسجين الكيميائي المستهلك COD بنسبة تصل إلى ٤٠-٥٠في المائة؛
- في حالة استخدام عملية إزالة الشعر بالجير التقليدية ، ينبغي ترشيح المياه المستعملة لاستعادة الشعر قبل الذوبان؛ فقد يسهم ذلك في الحد من الأكسجين الكيميائي المستهلك COD بنسبة تصل إلى ١٥-٢٠في المائة ومن إجمالي النتروجين بنسبة ٢٥-٣٠ في المائة من النفايات السائلة المختلطة من المدبغة؛
- إعادة تدوير المياه المستخدمة في التعويم أثناء التجيير للحد من الأكسجين الكيميائي المستهلك COD بنسبة، تصل إلى ٣٠-٤٠في المائة، ومن النتروجين بنسبة تصل إلى ٣٥ في المائة ، ومن استخدام الكبريتيد بنسبة تصل إلى ٤٠ في المائة ، ومن الجير بنسبة تصل إلى ٥٠في المائة؛
- استخدام مواد الكحولات الدهنية الإيثوكسلية، بدلاً من الإليكيفينولات الايثوكسلية، كمنظفات سطحية في إزالة الشحوم؛
- استخدام إزالة الكلس بثاني أكسيد الكربون (على سبيل المثال مع جلود البقر الخفيفة التي يقل سمكها عن ٣مم). وفيما يتعلق بالجلود الخام الأكثر سمكًا، تتطلب العملية زيادة درجة حرارة مياه التعويم (حتى ٣٥ درجة مئوية) و/أو فترة المعالجة إضافة كميات صغيرة من المواد المساعدة على إزالة الكلس.

٣- التدابير التي يمكن اتباعها للحد من إجمالي المواد الصلبة الذائبة الناتجة من حفظ المادة الخام ومعالجتها:

تشمل التدابير التي يمكن إتباعها للحد من إجمالي المواد الصلبة الذائبة الناتجة من حفظ المادة الخام ومعالجتها ما يلي:

- استخدام التجفيف الطبيعي للجلود الخام في مرافق، توجد في مناخات ملائمة ودافئة وجافة ؛
- استخدام التبريد في عملية حفظ الجلود الخام حديثة المعالجة لفترة قصيرة و/ أو استخدام المطهرات لزيادة وقت التخزين؛
- القيام بخطوات التشذيب، وكذلك كلما أمكن الإزالة المسبقة للحم قبل التجفيف أو العمليات الأخرى ذات الصلة؛
- الإزالة الميكانيكية أو اليدوية للملح من الجلود الخام قبل النقع؛
- تركيب أنظمة تحميض خالية من الملح ، واستخدام أحماض السلفونيك البوليمرية (قد يؤثر ذلك على خصائص الجلد) ؛
- استخدام عوامل إزالة الكلس الخالية من الأمونيوم (مثل الأحماض الضعيفة أو الاسترات) أو إزالة الكلس بثاني أكسيد الكربون بدلاً من املاح الامونيوم؛
- استخدام فترات التعويم القصيرة في الدبغ للحد من الأحمال الكيميائية .يمكن تعزيز تثبيت الكروم أثناء الدباغة باستخدام أساليب عملية الدباغة عالية الاستنزاف بما في ذلك فترات التعويم القصيرة ، وزيادة درجات الحرارة، وزيادة فترات الدباغة، وزيادة معدل القلوية ، وخفض مستويات الأملاح المتعادلة؛
- إعادة التدوير المباشر لسائل التعويم المستخدم في التحميض ما أمكن عمل ذلك (لا يتسنى سوى إجراء إعادة تدوير جزئية لحوض الدباغة المستنزف في حالة إجراء الدباغة في سائل تعويم) ؛

- إعادة التدوير المباشرة لسوائل التعويم المستخدمة في عملية الدباغة إعادة تدوير المواد الطافية الناتجة عن عملية استعادة الكروم، من أجل تحسين توفير الكروم المستخدم؛
- استخدام الأصباغ السائلة ومواد الدباغة التركيبية.

٤ -طرق الحد من الكبريتيد وتصريفه:

تشمل طرق الحد من الكبريتيد وتصريفه في صناعة دباغة الجلود ما يلي:

- استخدام عملية إزالة شعر إنزيمية ؛
- وبالنسبة لعمليات إزالة الشعر التقليدية باستخدام الجير، فإنه يوصي باستخدام الكبريتيد والجير بمستوى من ٢٠-٥٠ في المائة في المحلول الكلي؛
- الحفاظ على المياه المستعملة المحتوية على الكبريتيد عند مستوى أس هيدروجيني قلوي (اكبر من ١٠). وتعتمد الطريقة التقليدية على الجير وأكسدة المياه المستعملة المحتوية على الكبريتيد (خزانات الأكسدة المحفزة أو خزانات التهوية). وينبغي توخي الحذر لتفادي تحرر كبريتيد الهيدروجين الذي ينطلق عند رقم هيدروجيني أقل من ٧، والذي ينتج من الخلط غير الملائم لتدفقات المواد القلوية والحمضية، وكذلك التحرر غير المتحكم به من خطوات عكس النترجة .

٥- التدابير اللازمة للحد من حمل النتروجين في النفايات السائلة:

قد تساعد إجراءات المنع والتحكم المتبعة للحد من الحمل العضوي في خفض مستويات النتروجين. وتشمل التدابير الإضافية للحد من حمل النتروجين في النفايات السائلة ما يلي :

- استخدام عوامل إزالة الكلس الخالية من الأمونيوم (مثل الأحماض الضعيفة أو الأسترات)، في حال عدم تطبيق طريقة إزالة الكلس بثاني أكسيد الكربون؛

- الأمونيا المصروفة من شأنها أن تؤثر بشدة على المياه المستقبلة ، مثلما ما يحدث في حالة معالجة المياه المستعملة خلال عملية النترجة بتحويل نتروجين الأمونيا إلى نترات، كما يجب التحكم الحذر والإدارة المنضبطة لمنع تكون كبريتيد الهيدروجين، أثناء التحكم في حمل النتروجين.

٦- التدابير اللازمة للحد من استخدام الكروم وتصريفه:

ينبغي اتخاذ التدابير التالية للحد من استخدام الكروم وتصريفه:

- دراسة استخدام عوامل دباغة بديلة لتحل محل أو تستخدم إلى جانب الكروم ، وفقا لدرجة سمية وثبات واستمرارية هذه البدائل وكذلك الاستخدام المزمع للمنتج الجلدي وخصائصه؛
- تجنب استخدام الكروم السداسي التكافؤ عن طريق قصر نوع الكروم المستخدم على الكروم الثلاثي التكافؤ؛
- إعادة تدوير مياه التعويم المحتوية على الكروم، وقد يسهم ذلك في الحد من استخدام الكروم بنسبة تصل إلى ٢٠ في المائة في عمليات الدباغة التقليدية وإلى ٥٠ في المائة في لجلود الضان التي يغطيها الصوف .ويمكن ترسيب السوائل المحتوية على كروم زائد وأكسدتها ثم إعادة تدويرها.
- الحد من تركيز الكروم في سائل التعويم المصروف عن طريق استخدام إملاح الكروم عالية الاستنزاف والمنتجات القلوية و/ أو زيادة درجة حراة التعويم ؛
- تجنب الاستخدام المفرط للكروم، إذ يمكنه الامتزاز على سطح الجزيئات العضوية ذات الأحجام المختلفة، وقد لا يترسب منفصلا على المحلول. وينبغي توخي الحذر، حتى لا تختلط هذه الجزيئات مع النفايات السائلة وتصرف معها؛
- عدم التخلص من الحماة الناتجة عن الدباغة باستخدام الكروم باستخدام الترميد؛ فقد تؤدي الظروف القلوية ووجود الأكسجين الزائد إلى تحول الكروم الثلاثي التكافؤ إلى كروم سداسي التكافؤ الأكثر سمية.

٧- التدابير اللازمة للحد من كيماويات ما بعد الدباغة:

تشمل التدابير اللازمة لمنع الكيماويات من الوصول لتدفقات المياه المستعملة ما يلي:

- تفادي استخدام المركبات المهلجنة (كالعوامل الدهنية الملينة) ؛
- استعادة عوامل التشريب من النفايات السائلة؛
- تجنب استخدام عوامل العزل والترطيب مع المركبات ذات القابلية المنخفضة للتحلل البيولوجي (مثل رباعي أسيتات الإيثيلين- ثنائي الأمين) ؛
- تجنب استخدام الأحماض الكربوكسيلية الثنائية في ترسيب الكروم أثناء المعالجة الأولية للنفايات السائلة ؛
- تفادي استخدام الاصباغ مع الامينات المسرطنة (رباعي الأمين- ثنائي الفينيل، البنزيدين) ؛
- استبدال الأصباغ التي تذوب بالمذيبات العضوية بالأصباغ غير المهلجنة، التي تذوب في الماء في عمليات الصبغ والصقل .

٨- التدابير اللازمة للحد من تأثيرات المبيدات الحيوية:

يوصى بإتباع التدابير التالية للحد من التأثيرات المحتملة للمبيدات الحيوية في المياه المستهلكة :

- تجنب استخدام الفينولات المحظورة مثل الفينولات المهلجنة /المكلورة ، وكذلك المبيدات الحيوية المحظورة والأقل قابلية للتحلل الحيوي والمحتوية على الزرنيخ والزئبق والمواد الكلورانية؛
- رصد استهلاك مدخلات المبيدات الحيوية، من خلال الاحتفاظ بسجل بمدخلات ومخرجات المبيد الحيوي.

٩- معالجة المياه الناتجة عن العمليات:

تشمل أساليب معالجة المياه المستعملة الناتجة عن عمليات دباغة الجلود فصل الملوثات من المصدر، والمعالجة المسبقة لإزالة/ لاستعادة الكروم، ومصائد الشحوم،

الكاشطات أو أجهزة فصل الزيت عن الماء لفصل المواد الصلبة الطافية ، والترشيح لفصل المواد الصلبة القابلة للترشيح ، ومعادلة التدفق والحمل ، والترسيب لتخفيض المواد العالقة باستخدام المروقات ،المعالجة البيولوجية والتي عادة ما تكون هوائية لتقليل المادة العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا BOD، وإزالة المغذيات البيولوجية للتقليل من نسب النتروجين والفسفور ، وكلورة مياه المخرج النهائية عند الحاجة للتطهير ، نزع الماء من الحمأة (الرواسب الصلبة)، والتخلص منها في المدافن المعدة للنفايات الخطرة.

وقد يتطلب الأمر ضوابط هندسية إضافية من أجل :

١ - إزالة متقدمة للمعادن الثقيلة باستخدام الترشيح الغشائي، أو باستخدام تقنيات المعالجة الفيزيائية والكيميائية الأخرى ؛

٢ - خفض سمية النفايات السائلة باستخدام تقنية ملائمة (مثل تكنولوجيا الأسموزية العكسية ، والتبادل الأيوني ، والكربون المنشط وغير ذلك) ؛

٣ - خفض إجمالي المواد الصلبة المذابة باستخدام الأسموزية العكسية أو التبخير،

٤ - ومنع انتشار الروائح الكريهة والحد منها.

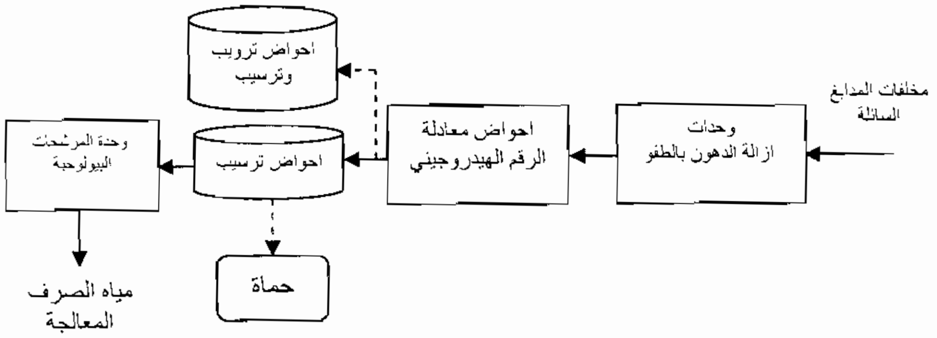
وعمومًا يتكون النظام التقليدي لمعالجة مياه الصرف المتخلفة عن صناعة دباغة الجلود من الآتي:

أ - تستخدم حدات إزالة الدهون بالطفو، إذا كانت نسبة الدهون عالية (أكثر من ١٠٠ مجم/ لتر) حيث تمرر المخلفات على هذه الوحدات.

ب - ثم تمرر مياه الصرف بعد إزالة الدهون والشحوم إلى أحواض لمعادلة الرقم الهيدروجيني لجعله في حدود ٦.٢ إلى ٧.٥ .

جـ- بعد معادلة الرقم الهيدروجيني تاتى مرحلة الترسيب في أحواض ترسيب عادية أو باستخدام المروبات الكيماوية مثل الشبة ومدة البقاء من ٣ إلى ٤ ساعات .

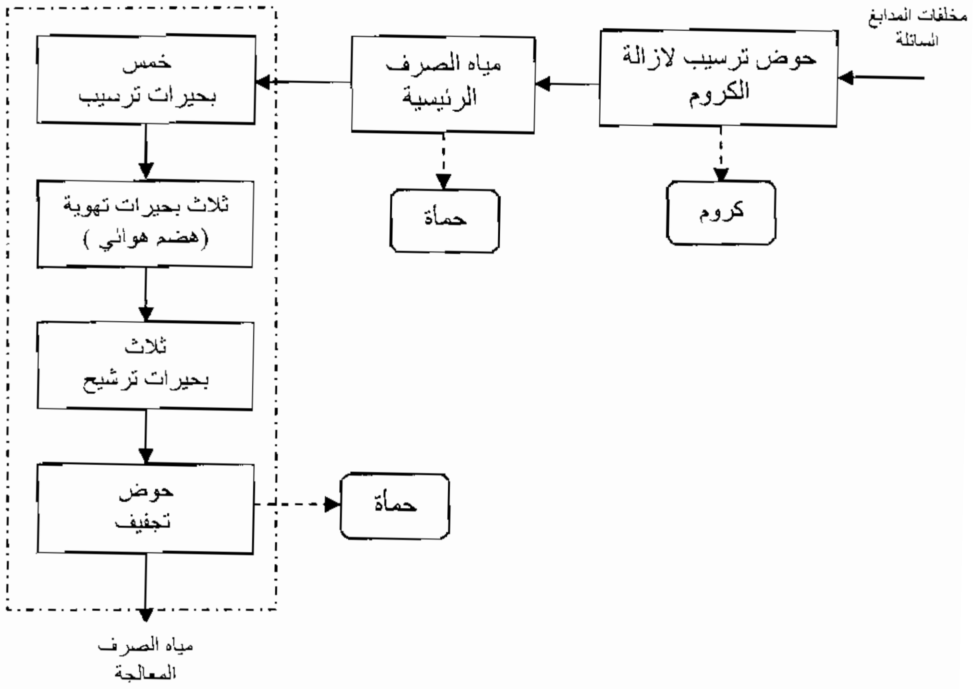
د - تذهب المياه الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية إلى وحدات المرشحات البيولوجية إذا لم يكن حملها العضوي كبيرًا أما، إذا كان الحمل العضوي كبيرا فيمكن معالجتها بأحواض التخمير اللاهوائية.



شكل (٣-٢) مخطط بياني لمشروع تقليدي لمعالجة مخلفات المدابغ السائلة .

مثال لمشروع معالجة المخلفات السائلة لمدابغ الجلود

والنموذج التالي لمشروع معالجة المياه المتخلفة عن صناعة الدباغة في تايلاند، حيث يخدم ١٣٠ مدبغة، ويقوم المشروع بمعالجة ٢٠.٠٠٠ متر مكعب يوميًّا من مياه الصرف الصناعي للمدابغ .



شكل (٣-٣) مخطط بياني لمشروع معالجة مخلفات المدابغ السائلة.

٢-٢-٧. ثالثا المخلفات الصلبة الصناعية

المخلفات (النفايات) الصلبة هي مواد صلبة، أو شبه صلبة ذات مصدر آدمي أو صناعي أو زراعي، وليست لها قيمة اقتصادية، ويتم التخلص منها عند المصدر. ويمكن تدوير بعض أو كل مكوناتها،وهذه المخلفات تكون عادة إما مخلفات عادية أو مخلفات خطرة يتم تداولها وفقًا لقواعد وأصول قانونية وبيئية خاصة.

*** الأنشطة الآدمية:**

المخلفات الناتجة من هذه الأنشطة تتمثل في المخلفات الصلبة المتولدة من الأنشطة البشرية، وهي القمامة المنزلية ومخلفات الشوارع والحدائق والمخلفات الحيوانية والحيوانات النافقة ومخلفات المنشآت التجارية والأسواق العامة ومخلفات المجازر ومزارع الحيوانات والدواجن والحمأة الناتجة من محطات تنقية الصرف الصحي، ومخلفات تطهير شبكة الصرف الصحي، والأتربة والرمال التي تهب على المدن، ومخلفات الهدم والبناء وكذلك مخلفات المستشفيات.

*** الأنشطة الزراعية:**

وينتج عنها بقايا المحاصيل الزراعية من قش الأرز وحطب القطن والذرة وروث الحيوانات، ومخلفات الدواجن وبقايا الأسمدة والمبيدات والعبوات الفارغة ونواتج تطهير الترع والمصارف والتي عادة تحتوي على مبيدات ومخصبات.

*** الأنشطة الصناعية:**

وينتج عنها النفايات الصلبة الناتجة من عمليات تجهيز الخامات ونقل وتداول وتصنيع المنتجات والنفايات الناتجة من التعبئة والتغليف، ونواتج عيوب التصنيع ونفايات ناتجة من عمليات إنتاج الطاقة وحرق الوقود.

تتعد الأنشطة الصناعية في الدول، وتنتج عنها مخلفات وفضلات صناعية عديدة ومتنوعة مثل النفايات الصلبة الصناعية، ومياه الصرف والملوثات الغازية، والملوثات الإشعاعية والملوثات الحرارية. وتختلف كمية ونوعية المخلفات الصلبة الصناعية باختلاف نوعية الصناعة وطريقة الإنتاج. ولقد تعرضت البيئة لعديد من المخاطر والكوارث الناتجة عن عدم التخلص السليم للنفايات الصناعية.

والأسباب التالية تعد أهم الأسباب التي أدت إلى مثل هذه الكوارث :

أ - سرعة التطور الصناعي، والتي لم يواكبها بنفس السرعة تطوير الطرق السليمة للتخلص من النفايات الصناعية .

ب- عدم معرفة أهمية معالجة النفايات الصناعية الخطرة للحد من خطورتها قبل التخلص منها .

جـ- قلة الوعي والمسئولية لدى أصحاب المصانع، مما يجعلهم يتخلصون من النفايات الصناعية بطرق غير سليمة .

د - فصل كميات كبيرة من مياه الصرف والغازات العادمة، وعدم التخلص من هذه المواد بالطرق المناسبة .

وبمقارنة النفايات الصلبة المنزلية مع النفايات الصلبة الصناعية نجد أن نوعية النفايات المنزلية معروفة، على حين تختلف النفايات الصناعية حسب نوعية الصناعة وطريقة الإنتاج الصناعي المختلفة. وينتج عن بعض الصناعات نفايات صلبة خطيرة على صحة وسلامة الإنسان والبيئة. لذلك لابد من جمعها ونقلها ومعالجتها منفصلة عن النفايات الأخرى وبطرق خاصة تختلف عن الطرق المتبعة في معالجة النفايات المنزلية.

وهناك عدة تصنيفات للنفايات الصلبة السامة والخطيرة، ومن أبرزها التصنيف التالي :

- النوع الأول المواد المتفجرة.
- النوع الثاني المواد المساعدة على الاشتعال.
- النوع الثالث المواد سريعة الاشتعال.

- النوع الرابع المواد السامة.
- النوع الخامس المواد الحامضية والقلوية.
- النوع السادس المواد المشعة.

المخلفات الكيميائية والصناعية الصلبة الخطرة

حددت اتفاقية بازل خصائص وأنواع المخلفات الخطرة، وحددت اتفاقيات برشلونة وأزمير طرق نقل وتداول هذه المخلفات.

(أ) خصائص **المخلفات الخطرة**:

تتميز المخلفات الخطرة ببعض الخصائص التي تجعلها ذات خطورة على الإنسان والبيئة وتسبب له عديد من الأضرار الصحية، كما أنها تعمل على تدمير البيئة من حوله. وهذه الخصائص يمكن إجمالها في الآتي :

- القابلية للانفجار؛ حيث إن هناك بعض المخلفات الخطرة لها قابلية للانفجار نتيجة لتعرضها لعوامل معينة.
- القابلية للاشتعال فبعض هذه المخلفات له خاصية القابلية للاشتعال مثل المذيبات العضوية .
- القابلية للاحتراق التلقائي .
- المواد التي تنطلق منها غازات سامة أو غازات قابلة للاشتعال عند ملامستها للماء .
- المواد ذات الخواص المؤكسدة والبيروكسيدات العضوية، التي تساهم في احتراق مواد أخرى.
- المواد السامة وهي المواد التي تسبب تأثيرات سمية للكائنات الحية مثل بعض المركبات الكيميائية الصناعية
- المواد المحتوية على مواد معدية مثل مخلفات المستشفيات، التي تحتوي على عوامل بيولوجية معدية مسببة للأمراض كالبكتريا والفيروسات والطفيليات الممرضة .

- المخلفات المحتوية على مواد آكله مثل المخلفات التي تحتوي على الأحماض والقلويات .
- المخلفات ذات الخواص المسرطنة، وهي المخلفات التي تحتوي على مواد تسبب إحداث السرطان للكائنات الحية.
- المخلفات المشعة وهي المخلفات التي تنطلق منها مواد مشعة نشطة إشعاعيًّا.

(ب) **أنواع المخلفات الخطرة:**

- حددت اتفاقية بازل أنواع المخلفات الصلبة الخطرة على النحو التالي:
- النفايات المحتوية على عناصر ومركبات البريليوم - والكروم السداسي - النحاس - الزرنيخ - الزنك - السلينيوم - الكادميوم - الانتيمون - التلوريوم - الزئبق - الثاليوم- الرصاص.
- النفايات المحتوية أو الملوثة بالنويدات المشعة .
- الزجاج المنشط في أنابيب الأشعة المهبطية .
- المخلفات الإكلينيكية الناتجة من المستشفيات .
- المخلفات الناتجة من الراتنجات والأحبار والأصباغ والدهانات والورنيشات والملدنات .
- والغراء والمواد اللاصقة.
- بقايا المعالجة الفوتوغرافية.
- النفايات الناتجة عن المعالجة السطحية للمعادن واللدائن .
- المخلفات الناتجة من عملية التخلص من النفايات الصناعية .
- النفايات الناتجة عن إنتاج المبيدات البيولوجية والمستحضرات الصيدلية والمعامل.
- المخلفات المحتوية على رواسب قطرانية ناجمة عن التكرير والتقطير والتحلل .
- مركبات الكربونيلات والسيانيدات والفلور الفلزية .

- الاسبستوس .
- مركبات السيانيد والفوسفور والهالوجين العضوية .
- الفينولات والمركبات الإروماتية عديدة الحلقة .
- حمأة المجاري .
- الرواسب الناجمة عن الترميد .
- بقايا البطاريات الجافة والسائلة .
- عوامل الحفر والكربون النشط المستنفذ.

(جـ) طرق المعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة الخطرة:

- التدوير لبعض المكونات .
- المعالجة البيولوجية باستخدام البكتريا والفطريات.
- الترميد لمخلفات المستشفيات والمخلفات العضوية .
- المعالجة الكيميائية بالتبخير والتكليس والترسيب والأكسدة والاختزال .
- الدفن داخل أو فوق الأرض .
- الحقن العميق داخل آبار وقباب ملحية ومستودعات طبيعية.
- التصريف داخل البحار والمحيطات بما في ذلك الطمر في قاع البحر .
- الردم فى حفر متراصة ومغطاة ومعزولة .
- التخزين الدائم في حاويات بالمناجم.

(د) الحد من تولد النفايات الخطرة:

- تطوير التكنولوجيا النظيفة ومنها التكنولوجيا الخضراء .
- تطوير نظم إدارة النفايات.
- التوسع في تدوير النفايات.
- رصد مفردات النظام البيئي دوريًا.

٣-٢-٧-١. المخلفات الصلبة لصناعة الورق

تتكون المخلفات في كل مراحل صناعة اللب والورق. وتختلف طبيعة المخلفات الصلبة المتولدة من تشغيل عمليات فصل ألياف المخلفات الورقية طبقا لدرجة تجهيزات النظافة في العملية. وتتخلف الجزاء الكبيرة والناعمة من قش الأرز والمصحوبة بالأتربة والرمال، وتتخلف كذلك ألياف سليلوزية أثناء عمليات التنقية والتنعيم.

وتتغير مكونات الحمأة الناتجة من فصل ألياف المخلفات الورقية؛ طبقًا لنوع المخلفات الورقية المستخدمة. وغالبا ما تشمل الطفلة والمواد المالئة غير العضوية الأخرى ومخلفات بلاستيكية دقيقة ومواد عضوية من الأحبار. كذلك يتواجد دائما بعض الألياف من الورق، وعندما تكون جافة، تكون تلك المواد قابلة للإلقاء في مقالب النفايات. ويكون من الصعب غالبا نزع الماء من حمأة المخلفات الورقية. وتكون كمية المياه الموجودة كافية للبكتريا، التي تنتج كبريتيد الهيدروجين والغازات الخطرة الأخرى بسرعة. ويمكن أن يؤدي التخلص من الحمأة المبللة في مقالب النفايات إلى أضرار كبيرة نتيجة للروائح الكريهة الناتجة.

٣-٢-٧-٢. التأثيرات البيئية للمخلفات الصلبة

تتسبب المخلفات العضوية من العمليات الإنتاجية مثل الحمأة من المعالجة الخارجية في تأثيرات بيئية عند التخلص منها . ويذهب كل من الرماد والخبث والمخلفات غير العضوية من العمليات إلى مقالب النفايات . ومن المهم فرز المخلفات الناتجة وإيجاد استخدامات جديدة للمواد المتبقية، التى يمكن إعادة استخدامها وذلك لخفض التأثيرات البيئية. ومن ناحية أخرى، فإن كمية النفايات الخطرة المتولدة من صناعة اللب والورق تعتبر محدودة.

المخلفات الصلبة الناتجة عن مشروعات تصنيع وتشطيب المنتجات المعدنية

تعد مشروعات تصنيع وتشطيب المنتجات المعدنية من أكثر المشروعات تولدا للمخلفات الصلبة المعدنية ، حيث تتولد المخلفات الصلبة من العمليات التالية :

- قطع المعادن والخردة المعدنية الناتجة عن أعمال قطع وتشكيل وتجهيز المعادن.
- بقايا البوية المتجلطة والمترسبة في الأحواض من أعمال الدهانات.

ملاحظة : تعتبر الخردة المعدنية الناتجة من عمليات قطع وتشكيل المعـادن من النفايات الخطرة. حيث تختلط مع كمية من المذيبات أثناء عمليات التشكيل أو من العمليات الأخرى مثل أعمــال القطع.

التأثيرات الصحية والبيئية للملوثات الناتجة عن مشروعات تصنيع وتشطيب المنتجات المعدنية

تؤثر الملوثات الناتجة عن مشروعات تصنيع وتشطيب المنتجات المعدنية من كيماويات ومعادن على التنوع البيئي كما يمكن أن تؤدي إلى أضرار بالغة بصحة الإنسان. فبعض هذه الآثار قد تحدث مباشرة والبعض الآخر قد يتبلور تأثيره على مدى سنوات (ذو تأثير تراكمي) وترتبط التأثيرات الصحية بشكل عام بتلوث البيئة.

والعمليات التي تتضمن استخدام الكيماويات ينبغي فحص واختبار إمكاناتها في تلويث البيئة. فتسرب الكيماويات يمكن أن يحدث خلال عمليات الشطف والغسيل والترطيب بالإضافة إلى عمليات التخلص من محاليل المعالجة المستهلكة. و قد تتسبب الوحدات الخدمية في تلوث البيئة بالكيماويات: تخزين الكيماويات، نقل وتداول الكيماويات، معالجة مياه الصرف، المخلفات الناتجة من معامل التحكم وضبط الجودة، التخلص من (أو إعادة استخدام) البقايا المتخلفة في حاويات تخزين الكيماويات الفارغة.

والمخلفات الكيمائية يمكن أن يكون لها تأثيرات بيئية واسعة النطاق تختلف بالضرورة من مــادة لأخــرى؛ لاختلاف مسار تحولات تلك الكيماويات في البيئة. فبعض الكيماويات يمكن أن يهاجر من وسط بيئي إلى الآخر، كانتقالها من التربة إلى الماء أو من الماء إلى الهواء، وبعض هذه الكيماويات يمكن أن يتحلل سريعا في البيئة بينما يقاوم البعض الآخر بدرجات مختلفة التحلل، وينتقل من موقع لآخر تبعا لتأثيرات قوى الطبيعة .

وتشمل قائمة المواد الخطرة في بيئة العمل: المواد المسببة للتآكل مثل الأحماض والقلويات التي تلتهم المعادن والأنسجة ، والكيماويات المؤكسدة التي يمكن أن تؤدي إلى الحروق أو تكون سببا في اشتعال النيران عند اقترابها من الأوراق ومواد التعبئة والتغليف أو النسيج، والمذيبات التي يمكن أيضا أن تؤدي إلى مخاطر الحريق والانفجار.

ويمكن أن تشمل قائمة المراجعة التالية العناصر الأساسية في تقدير التأثيرات البيئية المحتملة لعمليات تشطيب المعادن .

- تعرض عمال الصناعة المباشر للكيماويات والمخلفات المختلفة.
- تلوث المياه : مياه الصرف أو مياه الغسيل.
- الكيماويات المنصرفة إلى خطوط الصرف أو التربة.
- تأثيرات الكيماويات على شبكة الصرف العمومية، ومدى التلف الذي يمكن أن يلحق بها، بالإضافة إلى تأثير الكيماويات على عمليات معالجة مياه الصرف، وكذا تأثير صرف الكيماويات في المناطق المجاورة لمجاري المياه المنصرفة. ليس هذا فحسب، بل إن هذه الكيماويات يمتد تأثيرها الخطر إلى العاملين في صيانة منظومة الصرف الصحي التي تصرف فيها.
- تلوث الحمأة الناتجة بالنفايات الخطرة.
- تسرب الملوثات إلى المياه الجوفية.
- التخلص من الكيماويات الفائضة أو الحمأة الناتجة من المعالجة.
- تلوث التربة من انسياب المياه بجوار مواقع تخزين الكيماويات والمخلفات الخطرة.
- حوادث النقل التي يمكن أن تحدث أثناء نقل الكيماويات من وإلى الموقع.
- الحوادث التي يمكن أن تحدث داخل المصنع من تسرب الكيماويات.
- استهلاك الطاقة والموارد الأخرى.
- تسرب الكيماويات إلى الهواء ومدى انتشارها خارج مواقع العمل مما يؤدي إلى تعرض السكان لها.

٣-٢-٨. التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي

نظرًا لخطورة التلوث الصناعي على البيئة بمختلف عناصرها، فإن التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي من أهم الأمور التي تعني بها كثير من دول العالم الصناعية، وتتعدد طرق ووسائل التحكم في التلوث الصناعي، إلا أن أهمها يمكن تلخيصه في الوسائل الآتية:

١ – الحد من الانبعاثات الغازية المتولدة من المصانع .

٢ – معالجة مياه الصرف الصناعي لكل صناعة قبل صرفها.

٣ – الإدارة السليمة للمخلفات الصناعية الصلبة.

٤ – استخدام تكنولوجيات الإنتاج الأنظف للحد من تولد الملوثات.

٣-٢-٨-١. إجراءات الحد من التلوث في المجال الصناعي

إن إجراءات الحد من التلوث تعتبر من الأعمال المؤثرة في التكاليف، فهي تؤدي إلى ترشيد كميات المواد المفقودة، وتقلل من استخدام تكنولوجيا خاصة بمعالجة المخرجات النهائية (end-of-pipe). من خفض التكلفة كما تؤدي هذه الإجراءات إلى خفض استهلاك للطاقة والمياه والكيماويات وغيرها من المدخلات.

تعتمد إجراءات الحد من التلوث على محاور ثلاثة :

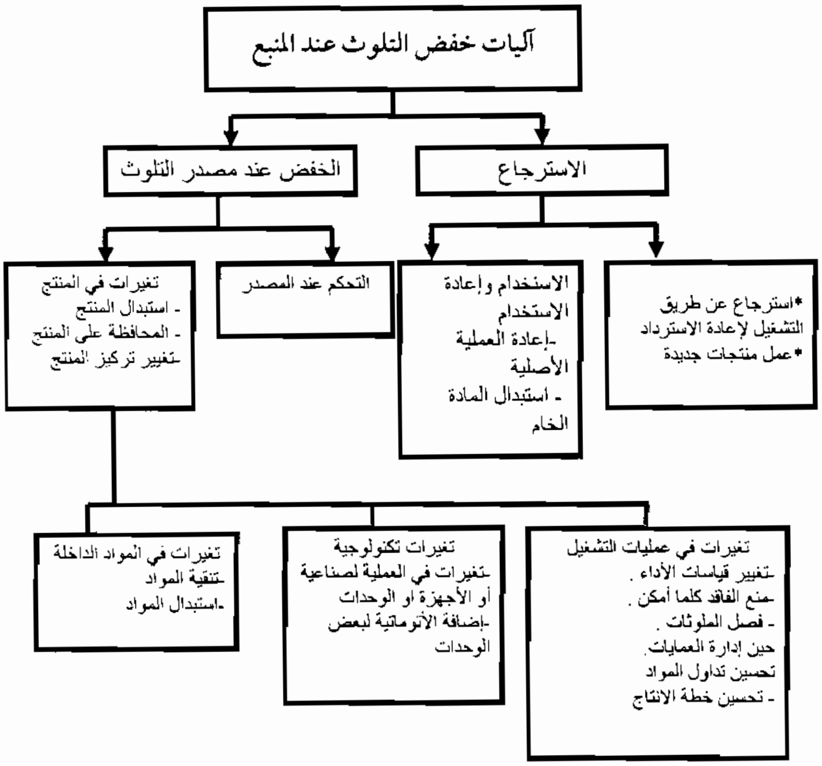
- إدخال تعديلات في المنشأة (in-plant modifications) بغرض خفض تركيز المواد الملوثة في مياه الصرف، عن طريق استرجاع هذه المواد، أو فصل/ دمج خطوط الصرف من الوحدات الإنتاجية المختلفة، أو خفض معدلات تدفق وسريان مياه الصرف التي تحتاج للمعالجة بغرض تحسين أداء محطات معالجة الصرف السائل.
- إدخال التعديلات المناسبة على العمليات الإنتاجية (in-process modifications) مثل استخدام تقنيات حديثة، وإيجاد بدائل

للمواد الخام أو للمواد الخطرة، وزيادة كفاءة التشغيل وكفاءة نظم التحكم وهذه التعديلات يمكن إجراؤها عند المنبع كإحدى الآليات لخفض التلوث عند المنبع .

- إجراءات المعالجة النهائية(نهاية الأنبوب End-of-pipe) التي تتضمن معالجة الملوثات أو فصلها للتخلص منها.وعلى العكس من الإجراءات السابقة، فإن إجراءات معالجة المخرجات لا تعود بأية فائدة اقتصادية على المنشأة، وإنما تتخذ فقط لتحقيق الالتزام بالقوانين البيئية.

ويمكن تقسيم إجراءات الحد من التلوث المتبعة في كثير من المنشأت الصناعية إلى سبع مجموعات عامة، هي:

- تخطيط عمليات الإنتاج وتعاقبها .
- تعديل المعدات والعمليات .
- استبدال المواد الخام.
- منع الفاقد والإدارة الداخلية.
- فصل المخلفات (Waste Segregation)
- التدوير (Recycling).
- التدريب والإشراف.



٣-٢-٨-٢. تنقية ومعالجة مياه الصرف الصناعية كاحد وسائل التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي

إن تطور طرق معالجة مياه الصرف الصناعي لم يبدأ إلا حديثًا، ولكنه كان سريعا وأسرع بكثير من تطور معالجة مياه الصرف الصحي. إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة، ومن مصنع إلى آخر ضمن الصناعة الواحدة، ومن يوم إلى يوم بل من ساعة إلى ساعة ضمن المصنع الواحد . لقد كان هذا الاختلاف تحديًا لمهندسي معالجة المياه؛ ليعتمدوا طرقًا وتكنولوجيا محددة لمعالجة مياه الصرف الصناعي . مع التركيز أكثر فأكثر على مواصفات المياه النوعية، فقد تركز الانتباه بقوة أكبر على الصناعة كمستهلك رئيسي للمياه وكمصدر رئيسي لتلوثها. إن معالجة مياه الصرف الصناعي أمر لا يمكن فصله عما يدعى "إدارة التلوث الصناعي أو إدارة النفايات

الصناعية ". لأنه بعكس مسئول التلوث الصحي، فإن العامل في الصناعة يمكنه أن يمارس درجة من التحكم بكمية ونوعية ماء الصرف الصناعي، باختيار المواد الأولية وطرق التصنيع اختيارًا جيدًا .

بما أنه كما ذكرنا أن كمية و تركيز ماء الصرف الصناعي تختلف من مصنع إلى مصنع ومن وقت إلى آخر ولذلك فإن أكثر طرق المعالجة فعالية هي تلك التي تصمم كجزء من إدارة الحد من التلوث ومعالجة ما لا يمكن منعه .

٢ -مبادئ وإجراءات إدارة ومعالجة النفايات الصناعية

إن الخطوة الأولى في هذا المجال هي ما يدعى بالدراسة الأولية "، وسوف نناقش هذه المسألة تحت العناوين الرئيسية التالية :

- تصنيف النفايات.
- المسح الصناعي.
- التحليل المعملي.

أ - تصنيف النفايات:

الخطوة الأولى في الدراسات الأولية هي تصنيف النفايات، وكتصنيف أولي يمكننا القول بأن هناك نفايات متلائمة ونفايات غير متلائمة مع أنظمة المعالجة البلدية .

١ - الملوثات المتلائمة :الملوثات المتلائمة هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها من قبل الهيئات المدنية فمعظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية تنتج نفايات خام تشبه بشكل أو بآخر النفايات البلدية، ولو أن هناك إختلافًا واسعًا في التركيز.

المعالجة الأولية تتضمن عادة تصفية خشنة وترسيبًا. أما المعالجة الثانوية فيمكن أن تتضمن معالجة بالحمأة المنشطة والمرشحات البطيئة، ويمكن أن تتضمن أيضا عمليات بيولوجية هوائية أخرى، تهدف إلى أكسدة وإتلاف الجزء الأعظم من المواد العضوية.

وتقاس هذه المواد العضوية ويعبر عنها عادة بعبارة الأوكسيجين الحيوي المطلوب أو تقاس بطريقة غير مباشرة عن طريق معرفة –مثلا–الأكسجين الكيميائي المطلوب، أو الكربون العضوي الكلي . ويمكن أن تزال المواد القابلة للتحلل البيولوجي بنفس الطرق؛ شريطة عدم الإضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أو قيم حرجة من pH ودرجة الحرارة ...الخ).

التطهير ليس عملية مطلوبة عادة في معالجة النفايات الصناعية، ولكن وجود هذه النفايات في الصرف الصحي لا يتنافر عادة مع عملية الكلورة .هناك بعض الكيماويات مثل السلفيدات والسلفيتات (الكبريتات) ومركبات الحديد التي تزيد من كمية الكلور اللازمة للتطهير، ولكن هذه المواد يجب أن تكون قد أبعدت أو استهلكت، قبل أن تصل النفايات إلى مرحلة الكلورة، التي عادة ما تكون المرحلة الأخيرة .

٢- **الملوثات غير المتلائمة** : بعكس نفايات الصناعات الغذائية وبعض الصناعات العضوية التي يمكن معالجتها بنفس العمليات التقليدية المتبعة لمعالجة الصرف البلدي فإن نفايات كثير من الصناعات تتضمن ملوثات، لا تتلاءم مع تلك الطرق من المعالجة .أخطر أنواع عدم الملائمة هي تلك التي تتدخل في تشغيل عملية المعالجة كأن تحتوي على مواد سامة، تحد من نشاط أو تقتل الكائنات التي تقوم بالعملية البيولوجية .

هذه السموم تتضمن السيانيد والمعادن الثقيلة والأحماض والزيوت البترولية والشحوم البترولية . هذه المواد عندما تكون بتراكيز صغيرة، فإنها تمثل نوعًا آخر من عدم الملائمة، ففي هذه الحالة فإن الملوثات لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة، وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير .

بالإضافة إلى الملوثات غير المتلائمة السابقة، فإن هناك بعض المواد التي يحظر كليًا دخولها إلى شبكة الصرف الصحي البلدي، وهذه تتضمن :

- ❖ المواد القابلة للاشتعال والانفجار.

❖ النفايات الآكلة.

❖ المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب بعض الانسدادات.

- إن التصنيف النهائي للملوثات من حيث كونها متلائمة أو غير متلائمة يجب أن يعتمد على دراسة نظام الصرف البلدي المراد طرحها فيه.وتطبيق نظم المعالجة الحديثة أو إقامة وحدات كيميائية –فيزيائية مستقلة عند محطات معالجة الصرف الصحي، تتضمن ضبط pH، وإضافة بعض الكيماويات التي من شأنها إزالة بعض المواد اللاعضوية .وكل هذه الإجراءات يجب أخذها بعين الاعتبار عند تحديد التراكيز المقبولة من هذه المواد اللاعضوية المسموح بطرحها في تيارات الصرف .

- إن تصنيف النفايات كخطوة أولى في الدراسة الأولية من شأنه أولا أن يساعد في إعداد لائحة للملوثات المتوقع مواجهتها في الصناعة و هذه اللائحة مهمة في إعداد المسح المصنعي ، وثانيا فهو يساعد في اختيار نوع وطبيعة عمليات المعالجة .

ب-المسح الصناعي :

لا يوجد مصنعان لهما نفس الماء الملوث، ولكي نعرف المشكلات المتعلقة بالماء الملوث، لابد من دراسة خاصة للمصنع .

الهدف الرئيسي لمسح الماء الملوث هو الحصول على حقائق ومعطيات ضرورية لتطوير برنامج إدارة متكامل للنفايات وهذا البرنامج ينبغي أن يتضمن أكثر من نظام معالجة للنفايات ،فهو يجب أن يبدأ بوضع إدارة ماء فعالة تقود إلى التوفير في صرف الماء، وإلى التقليل من الماء الملوث الواجب معالجته.وهنا يمكن أن تكون البيانات المتعلقة بصناعات مشابهة ذات فائدة؛ لأنها تقدم أرقامًا للمقارنة .

من المعتاد أن تعتبر هذه الدراسة المصنع بكامله وحدة متكاملة؛ فزمن المسح يجب تحديده مسبقا و لكن يجب ألا يقل هذا الزمن عن ٢٤ ساعة، ويمكن أن يمتد إلى أكثر من ١٤ يوم، أو يمكن أن يشمل فصلاً كاملاً. وخلال المسح يجب قياس كل تدفقات الماء

الملوث وأخذ عينات من عدة نقاط منها .ويجب تسجيل المعطيات المتعلقة بالإنتاج في فترة المسح . أخيرًا ففي مرحلة التخطيط للمسح، يجب تدريب كادر المسح بحيث يعرف كل شخص مسؤولياته وواجباته ويحضر نفسه للقيام بها .

جـ- التحليل المعملي

وعندما يريد صاحب المنشأة أو المصنع أن يعالج مياه الصرف في المصنع، فيجب أولاً أن يقوم بتحليل ماء الصرف لديه ويحدد ما هي الغاية والهدف من معالجة مياه الصرف. أهي الحصول على ماء يستخدم مرة أخرى في الصناعة، أم على ماء صالح للزراعة، أم فقط على ماء صالح للطرح في شبكة مياه الصرف الصحي.

إن طرق التحليل الواجب اتباعها في تحليل المياه الملوثة الصناعية هي طرق موثقة ومحددة في طرق قياسية معيارية تحددها الجهات التشريعية في البلد .

وإذا كان أحد أهداف المسح الحصول على معطيات لفريق المعالجة فإن التحليل يمكن أن يشمل بعض الاختبارات المعملية مثل اختبارات الترسيب لإزالة المواد العالقة الصلبة ، وتحديد منحنى pH لمعادلة حموضة أو قلوية الماء الملوث، واختبارات على التحالل البيولوجي .....إلخ.

طرق صناعية لمعالجة التلوث أو الحد منه :

أ- الحد من التلوث ضمن المصنع.

الخطوة المنطقية الأولى في حل مشكلة التلوث هي منع التلوث في مصدره، أي هي إلغاء تكون النفايات بدلاً من معالجتها. وإذا لم يكن ممكنًا القضاء على التلوث بشكل كامل، فمن المفيد التقليل من حجمه وشدته إلى أقصى حد ممكن. إذن يجب أن يكون من أولى أهداف مسح تلوث الماء الإشارة إلى إمكانات الحد من التلوث داخل المصنع .الحد من التلوث داخل المصنع يمكن تحقيقه بإجراء تعديلات على العمليات التصنيعية ،بتحسين المواد الخام ، باستيراد المواد الأقل احتواء على الملوثات، وتجميع النفايات. ويجب قبل كل

شيء اعتبار الماء مادة خام وأن الماء الملوث هو ناتج ثانوي لعملية التصنيع. إذا تم تقبل هذه الحقائق فمن المنطقي عندئذ تطبيق مبادئ ضبط الجودة على إنتاج الماء الملوث .

ب- معالجة التلوث:

تتنوع طرق معالجة التلوث تنوعا كبيرًا، وهذه التقنيات تتضمن عمليات تستخدم لمعالجة الصرف الصحي بالإضافة إلى التقنيات الخاصة بكل صناعة، ويعتمد اختبار إجراء المعالجة –أو سلسلة الإجراءات –على نوع التلوث المراد إزالته وعلى درجة الإزالة .وهناك عوامل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار مثل: كمية المياه الملوثة المراد معالجتها ،وتراكيز الملوثات في الماء ،والتغيرات التي تطرأ على كمية الماء والتي تطرأ على الملوثات.

وغالبا ما تهتم المعالجة الثانوية القياسية لمياه الصرف بالتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل والمواد العالقة والبكتريا الممرضة، بالإضافة إلى العديد من الملوثات.

والجدول التالي يبين أهم الملوثات في مياه الصرف الصناعي.

جدول (٣-٩)

ملوثات مياه الصرف الصناعي وأهميتها

الملوث	أهميته
المواد الصلبة العالقة	وهي المواد التي تكون عالقة بذاتها داخل المياه سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وتؤدي كثرتها إلى زيادة ترسيب الحمأة، والي زيادة ترسيبات الحمأة وتكوين ظروف لاهوائية في البيئة المائية عند صرفها. والمواد العالقة بكثرة تعيق أنظمة الري في حالة استخدام المياه المعالجة في الري والزراعة، وفي بعض الحالات، يقلل وجود تركيزات عالية من المواد العالقة من كفاءة تطهير وتعقيم المياه المعالجة؛ لحجبها كثير من المواد الممرضة.
المواد المغذية (مواد الإثراء الغذائي)	وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الدقيقة. تحتاج المغذيات في نموها وتكاثرها ولو بنسب ضئيلة . من أهمها: النتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئة المائية كالأنهار والبحيرات تؤدي إلى نمو الطحالب غير المرغوب فيها ، وأيضًا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه، وموت بعض الكائنات المائية كالأسماك نتيجة للاختناق، ولو تسربت للأرض تسبب تلوثًا للمياه الجوفية .

الملوثات ذات الأهمية القصوى	وهي مركبات عضوية وغير عضوية تم اختيارها على أساس كونها (او الشك في كونها) مواد مسرطنة أو تسبب تشوهات خلقية أو تغير في الجينات او ذات سمية عالية ، وتوجد هذا المواد بكثرة في مياه الصرف ومن أمثلتها مركبات الكلورامين والترايهالوميثان .
المواد العضوية صعبة التحلل	وهي مواد لها القدرة على مقاومة طرق المعالجة التقليدية ويصعب تحللها بيولوجيا مثل المنظفات الصناعية والفينول والمبيدات الزراعية وبعض أنواع المطهرات .
المعادن الثقيلة	تاتي العناصر الثقيلة لمياه الصرف الصناعي عن طريق المصانع خلال صرفها الصناعي وهي تسبب سمية شديدة وتلوثًا كبيرًا؛ في حالة إعادة استخدام المياه المحتوية على تركيزات معينة منها ، ولذلك ينصح بعدم استخدام المياه المحتوية على العناصر الثقيلة في الري والزراعة قبل إزالتها والتخلص منها تماما . ومن أمثلة العناصر الثقيلة الرصاص والزئبق والكادميوم والنيكل والحديد والنحاس والكروم.
المذيبات العضوية السامة	الوقود والمذيبات التي تذوب بصعوبة في الماء والتي لها كثافة نوعية أقل من الماء تطفو فوق سطح المياه، وتتراكم بسرعة بطيئة في خطوط الصرف وعند مضخات الرفع والضخ معطية فرصة لحدوث الحرائق والانفجارات . وتعرض خطوط الصرف إلى المواد السامة المتطايرة غير الممتزجة مع الماء مثل الأسيتون وبعض الكيتونات والكحول الايزوبيروبيلي يعرض العاملين بمحطات المعالجة إلي الاثار السامة لتلك المواد ، ولو تركزت هذه المواد بصورة كافية، فإنه قد يؤدي لحدوث انفجار في الجو؛ خاصة عند وصولها لوحدات المعالجة البيولوجية الثانوية، والتي تستخدم الأكسجين النقي في عمليات الحمأة المنشطة .
الزيوت والشحوم والدهون	تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتًا؛ حيث أنها لا تتحلل بسهولة بفعل البكتيريا(تحللها يحتاج إلى إنزيمات خاصة). والزيوت تكون في صورة سائلة الا أنها تطفو فوق سطح الماء نظرا لكثافتها، أما الشحوم والدهون فتوجد على هيئة صلبة طافية ايضا فوق سطح مياه الصرف ، ويصل الكيروسين وزيوت التشحيم إلى الصرف عن طريق الورش والجراجات داخل المصانع، بالإضافة إلى العديد من الصناعات نفسها حيث يطفو على سطح مياه الصرف ويتبقى جزء ضئيل منه فى صورة مواد راسبة تتجمع مع الحمأة. هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشكلات فى الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح.

٣-٢-٨-٣. الإدارة السليمة للمخلفات كإحدى وسائل التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي

الإدارة السليمة للمخلفات هى الإدارة التي من أهم عناصرها إعادة تدوير المخلفات Recycling، وهناك أربعة أركان أساسية لإدارة المخلفات وهي :

- التقليل.
- إعادة استخدام المخلفات.
- إعادة التدوير.
- الاسترجاع الحراري.

١- **التقليل Reduction**: والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة وبالتالي تقليل المخلفات، ويتم ذلك:

- إما باستخدام مواد خام أقل.
- أو باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل.
- أو عن طريق الحدّ من المواد المستخدمة في عمليات التعبئة والتغليف، مثل: البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعي وعيًا بيئيًّا من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجي الصابون السائل بتركيزه حتى يتم تعبئته في عبوّات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوته الكرتونية الخارجية، وهذا ما يطلق عليه (Waste minimization).

٢- **إعادة استخدام المخلفات (Reuse)**: وهذا يعني -مثلاً- إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية مثلاً بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات والبرطمانات بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعي وعيًا بيئيًّا لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد في كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع؛ بحيث يتم إلقاء المخلفات الورقية في الصناديق الخضراء،

والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية في الصناديق السوداء.

٣ - **إعادة التدوير Recycling**: والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي.

٤ - **الاسترجاع الحراري Recovery**: وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري في الكثير من الدول، خاصة اليابان؛ للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة، والمخلفات الخطرة صلبة وسائلة، ومخلفات المستشفيات، والحمأة الناتجة من الصرف الصحي والصناعي، عن طريق حرق هذه المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق؛ للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة. وتتميز هذه الطريقة بالتخلص من ٩٠٪ من المواد الصلبة، وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استغلالها في العمليات الصناعية أو توليد البخار أو الطاقة الكهربية.

٣-٢-٨-٤. طرق تدوير ومعالجة المخلفات الصلبة العالقة بالهواء والناتجة من المصانع[*]

تنتج بعض المصانع غازات محملة بالأتربة مثل مصانع الأسمنت ، وغيرها مما ينتج عنه تلوث الجو والبيئة المحيطة بالمصنع ، وما ينشأ عنه من أضرار صحية للسكان المقيمين في المنطقة وأضرار اقتصادية للزراعات المجاورة للمصنع، فضلا على فقد كمية من الأتربة التي يمكن الاستفادة منها وإعادة استخدامها وتدويرها في المصنع ، وعموما تعتمد أية وسيلة لفصل وتجميع هذه الأتربة من الغازات الصاعدة من المصانع على كثير من العوامل تتعلق بطبيعة وخواص هذه الغازات والوسائل التالية هي أكثر الوسائل انتشارا لفصل وتجميع أتربة المصانع :

١ - تخفيض سرعة الغازات الناتجة من المصانع، حتى يمكن للأتربة العالقة من الترسيب بفعل الجاذبية الأرضية .

(*) طرق الاستفادة من المخلفات الصلبة والسائلة د/ محمد السيد أرناؤوط ٢٠٠٦ مكتبة الأسرة.

٢ - استخدام القوي الطبيعية بإحداث تغيير مفاجئ في حركة الهواء، مما يؤدي إلى سهولة ترسيب هذه الأتربة.

٣ - ترشيح الغازات من خلال مواد مسامية فيتم فصل الغازات عن الأتربة .

٤ - يمكن فصل الأتربة العالقة بالهواء عن طريق ترطيبها بالماء فيثقل وزنها وتترسب.

٥ - يمكن استخدام الوسائل الإليكتروستاتيكية في عمليات فصل الأتربة عن الغازات الناتجة عن المصانع .

هذا .. ولكي يتم اختيار الوسيلة المناسبة لفصل وتجميع هذه الأتربة من الغازات الصاعدة من المصانع، ولإعادة تدويرها يجب توافر معلومات عما يلي :

أ - توافر معلومات عن المواصفات الطبيعية للحبيبات العالقة مثل وزن هذه الحبيبات وحجمها وكثافتها وسمكها ومدى قابليتها لامتصاص الماء وشحنتها الكهربية ، لتحديد الوسيلة المناسبة لفصلها .

ب - توافر معلومات عن صفات الغاز الحامل لهذه الأتربة، مثل: درجة حرارة الغاز الحامل، ودرجة رطوبته، ومدى قابليته للاشتعال.

جـ - توافر معلومات عن نسبة تركيز الحبيبات للأتربة في الغازات الصاعدة وضغط الغازات وسرعة خروجها، ومدى انتظام خروجها طوال اليوم أو الشهر أو العام، ومدى كفاءة عملية الفصل .

د - توافر معلومات عن تكاليف تركيب الأجهزة والمرشحات المستخدمة في فصل الأتربة وتكاليف التشغيل والصيانة لهذه الأجهزة.

ومن أهم الطرق المستخدمة في جمع تلك الأتربة المتصاعدة مع الغازات في بعض المصانع :

١- الطرق الرطبة لتجميع الأتربة والجسيمات الصلبة

ويتم فيها فصل وتجميع الجسيمات الصلبة من هواء المصانع بإحدى الطرق التالية:

أ- طريق الري Irrigation

وهي أبسط طرق الفصل، وتستخدم عادة في نقل الحبيبات الصلبة المجمعة من وسائل الفصل من أسفل الصوامع المخروطية الحلزونية وهي عبارة عن مخروط يتحرك فيه الهواء في حركة حلزونية، ليتيح للحبيبات أن تترسب نتيجة لبطء حركة الغازات، ثم يتم إمرار تيار من الماء لحمل هذه المواد ونقلها خارج الصوامع للاستفادة منها، وعيب هذه الطريقة : أنها تستهلك كميات كبيرة من الماء وتعتبر طريقة غير مفضلة، إلا إذا كانت نوعية الصناعة تقوم بتدوير مخلفات رطبة .

ب- طريقة الرش الشعاعي Venturi Scrubber

ويتم فيها إمرار الهواء المحمل بالمواد العالقة على أسطوانة مخروطية فيها اختناق في المنتصف ، حيث يتم رش الهواء في هذا الاختناق بتيار من رذاذ الماء ، وتعتبر هذه الطريقة غير مكلفة إلى حد ما ، ولا يترتب عليها استهلاك كميات كبيرة من الماء

جـ- طريقة الغسيل بالمياه والترسيب للمواد بالجاذبية الأرضية

ويتم فيها إمرار الغازات المحملة بالمواد الصلبة على برج يتم فيه رش المياه من أعلى ، والذي يسقط بالجاذبية ، ليقوم بغسل الغازات من المواد العالقة ، وتتوقف كفاءة هذه الطريقة على حجم جزيئات المياه المتساقطة بالجاذبية من البرج، وكذلك حجم ووزن جزيئات المادة الصلبة المعلقة بالهواء وحجم البرج وكمية الغازات التي تغسل، وقد يتم تقليب الهواء داخل البرج لضمان عملية تخليص الهواء من الحبيبات العالقة .

د- طريقة فصل المواد الصلبة باستخدام أبراج الطرد المركزي

وفيها يتم دخول الهواء من خلال فتحة في أسفل البرج، حيث يقوم موتور بتحريك الهواء داخل البرج في حركة دائرية حيث تقابله قطرات المياه مدفوعة من أسفل، وفي الوقت نفسه يتم تجميع المياه المحملة بالمواد العالقة إلى خارج البرج للاستفادة منها.

٢-الترسيب باستخدام الطرق الإليكتروستاتيكية

تستخدم هذه الطريقة بنجاح في مصانع الأسمنت ، لتجميع كميات كبيرة من أتربة الأسمنت العالقة بالغازات التي تخرج من مداخن مصانع الأسمنت ، وتعتمد هذه الطريقة على وجود شحنة إليكتروستاتيكية ، ووجود إلكترود آخر للتجميع ذي سطح كبير ، ويمر بينهما تيار كهربي عالي الفولت (٧٠.٠٠٠ فولت) ولدي مرور الهواء المحمل بالمواد العالقة الصلبة بينهما تترسب الحبيبات على سطح الألواح المجمعة . وعادة يوجد نوعان من طرق الترسيب بالطرق الإليكتروستاتيكية: النوع الأول يسمى الترسيب عن طريق الخطوة الواحدة ، وفيه يتم الشحن والترسيب في ان واحد ، النوع الثاني يتم الترسيب فيه على خطوتين: الشحن أولاً ثم الترسيب والجمع ثانيًا .

كما تزود المرشحات الاليكتروستاتيكية بطرق آلية تقوم بالطرق على الألواح لفصل الأتربة عنها وتجميعها في خزانات أسفل هذه المرشحات .

هذا .. وتقوم بعض مصانع الأسمنت بإضافة تلك الأتربة إلى المواد الخام المستعملة في الإنتاج للإستفادة منها ، خصوصا اذا استخدمت طريقة الجمع النصف رطبة أو الرطبة، وقد تفضل مصانع أخرى عدم إدخالها في الخامات الأولية في خطوط الإنتاج حيث يتم تجميعها لإنشاء صناعات ثانوية مثل صناعة الطوب الأسمنتي ، أو تستخدم في صناعة الزجاج او ضمن المواد المستعملة لرصف الطرق .

وفي دراسة للدكتور السيد عبد رب الرسول. ذكرت أن مصانع الكوك تقوم بإطلاق نحو ٨ ملايين متر مكعب من غاز أفران الكوك في الهواء الذي يسبب تلوثه، بالإضافة إلى فقد ثروة تقدر بنحو ٢.٥ مليون جنيه مصري سنويًا. ويمكن الاستفادة من هذا الغاز المنطلق في تشغيل قمائن الطوب التي تستخدم المازوت المحظور استخدامه حاليًا، نظرًا لأن غاز أفران الكوك يتشابه في مكوناته مع الغاز الطبيعي وأرخص ثمنًا من الموصي باستخدامه حاليا من قبل وزارة البيئة كوقود للأفران ، وبهذا يتم الاستفادة من غاز أفران الكوك والقضاء على التلوث الناجم عن استخدام بالمازوت، بالإضافة إلى تعظيم الاستفادة من الغازات الناتجة من شركة النصر للكوك والكيماويات .

٣-٣. التلوث الناشئ عن احتراق الوقود في وسائل النقل والمواصلات

تعد وسائل النقل والمواصلات من أكبر وأهم مصادر التلوث البيئي نظرًا للكم الكبير من وسائل النقل والمواصلات، فتصل أعداد السيارات التي تسير في أنحاء العالم بالملايين، تطلق كل يوم ملايين الأطنان من الملوثات الغازية والجسيمية ، هذا بالإضافة إلى الكثير والعديد من وسائل النقل الأخرى من طائرات وقطارات وسفن ومركبات متعددة مدنية وعسكرية. ودلت الكثير من الأبحاث الطبية والبيولوجية على خطورة تأثير الملوثات المنبعثة عن احتراق الوقود في محركات السيارات على صحة الإنسان، وعلي بيئته من حوله.

وسوف نستعرض بعضًا من هذه الملوثات.

الملوثات الناجمة عن احتراق الوقود

تتعدد الملوثات الغازية والجسيمية المنطلقة من الوقود المحترق داخل محركات السيارات، وتعد الملوثات الآتية أهمها من حيث الكمية والتأثير:

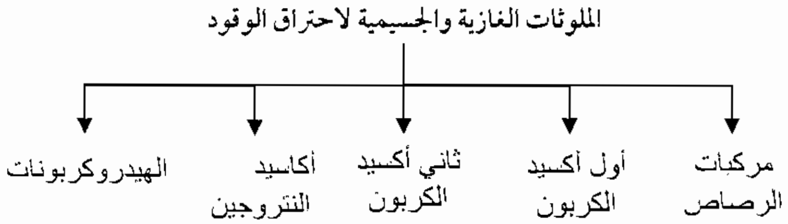
١ - مركبات الرصاص .

٢ - غاز أول أكسيد الكربون.

٣ - ثاني أكسيد الكربون.

٤ - أكاسيد النتروجين .

٥ - الهيدروكربونات.



١- الرصاص ومركباته

يعتبر استخدام الرصاص مع وقود السيارات على هيئة مركبات هالوجينية مثل رابع إيثيل الرصاص أحد المسببات الرئيسية لتلوث الهواء بالرصاص ، حيث تتحول إلى مركبات غير عضوية تنبعث من عوادم السيارات إلى الهواء .

وأهم الغازات التي تطرد مع العادم برموكلوريد الرصاص ، وثلاث مجموعات أخري من المركبات يتحد فيها برموكلوريد الرصاص مع كلوريد الأمونيوم ، وتهرب كميات قليلة جدًا من ألكيلات الرصاص الموجودة في البنزين تبلغ في المتوسط ٢.٤ جرام من الفلز (في صورة رابع إيثيل أو ميثيل الرصاص) لكل جالون، محسوبة على أساس المستوي القومى. ويخرج حوالي ثلثيها في العادم المنبعث للجو ، ويظل محمولاً في الجو ما بين ٢٥-٥٠٪.

ويبين الجدول التالي المصادر الرئيسية لانبعاث مركبات الرصاص إلى الهواء.

جدول (٣-١٠)

المصادر الرئيسية لإنبعاث مركبات الرصاص إلى الهواء.

مصدر الرصاص	النسبة المئوية لمركبات الرصاص (٪)
أفران الرصاص	٠.٥٠
الصناعة العامة	٢.٠٠
صناعية إيثيلات الرصاص	٠.٤٣
احتراق الوقود العام	٠.٥٣
زيوت التشحيم	١.٦٠
المخلفات المدنية	٠.١٥
احتراق وقود السيارات	٩٤.٨
المصدر :التلوث البيئي ومخاطر الطاقة د/ حسن شحاته٢٠٠٧	

ويتبين من الجدول أن النسبة الأكبر لمصادر انبعاث الرصاص في الهواء هي من احتراق وقود السيارات.

٢-غاز أول أكسيد الكربون.

يكاد يكون أول أكسيد الكربون هو الملوث الوحيد للهواء الذي يتفرد الإنسان بصنعه . وتكاد تكون عمليات الاحتراق هي المصدر الوحيد له ، حيث يتأكسد الكربون جزئيا إلى أول أكسيد الكربون بدلا من الأكسدة الكلية إلى ثاني أكسيد الكربون . وتسهم السيارات بما يقدر ب ٨٠ ٪ من أول أكسيد الكربون المنطلق في العالم .

ويتولد غاز أول أكسيد الكربون من تفاعل غاز الميثان (الناتج من تحلل المواد العضوية) مع الأوزون .

$$CH_4 + O_3 \longrightarrow CO + 2H_2O$$

كما يتولد أيضًا من تفاعل بعض الفلزات مع أكاسيدها مع الكربون ومحروقاته، كما في حالة الزنك .

$$CO_2 + Zn \longrightarrow CO + ZnO$$

وعند وجود غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الكلور وبمساعدة الضوء يتولد غاز الفوسجين وهو غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة وشديد السمية، إذ كان يستخدم في الحرب العالمية الأولى كغاز سام .

يتميز غاز أول أكسيد الكربون بأنه لا لون ولا طعم ولا رائحة وينحل في بلازما الدم بقدر ما ينحل بالماء ، ويوجد بالهواء الطبيعي غير الملوث بتركيزلا يزيد عن ٠.١ جزء في المليون .

ينتج هذا الغاز كما قلنا بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود ، وخصوصًا في مركبات النقل؛ لعدم توافر الأكسجين الكافي للاحتراق. كما أن كمية هذه الغاز تتناسب عكسيا مع سرعة المحرك فكلما زادت السرعة قل معدل إطلاقه من المركبة، فعندما تكون سرعة المحرك ١٨ كم / ساعة، فإن نسبة غاز أول أكسيد الكربون قد تصل إلى ٥٪ من مجموع الغازات المنطلقة من العادم . وعندما تصل السرعة إلى ١١٠ كم / ساعة تقل النسبة لتصل

إلى ٢ ٪ ؛ مما يفسر الارتفاع الكبير في تركيز أول أكسيد الكربون داخل المدن عنه في الطرق الخارجية .

كما ينتج من العديد من الصناعات مثل مصافي النفط وصناعاته ، ومصاهر الحديد والفولاذ وغيرها . كما ينتج هذا الغاز من أكسدة البكتريا لبعض المركبات في التربة ، إلا أن عوادم السيارات تشكل المصدر الرئيسي لتلوث الهواء بهذا الغاز .

٣- ثاني أكسيد الكربون

ينتج ثاني أكسيد الكربون عند احتراق المواد الكربونية، حيث يشكل ٢١ ٪ من مجموع الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق. كما ينتج هذا الغاز إضافة إلى بخار الماء من الاحتراق الكامل، عند اختلاط الوقود بمواد هيدركربونية مع كمية كافية من الهواء. كما يتصاعد هذا الغاز من صناعات متعددة، مثل: صناعة الألمنيوم وحمض الفسفوريك والهيدروجين. كما يتصاعد من العمليات البيولوجية ومن تخمر المواد السكرية . إلا أن الاحتراق الكامل للوقود يشكل المصدر الأساسي لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون. وتعتمد كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة على نوع الوقود المستخدم .

٤- أكاسيد النتروجين

يقصد بأكسيد النتروجين مركبات النتروجين الغازية والتي تتكون من اتحاد النتروجين بالأكسجين تحت درجات حرارة عالية كما هو الحال عند احتراق الوقود في الأفران أو في وسائل النقل وغيرها، وأهم هذه المركبات أول أكسيد النتروجين NO وثاني أكسيد النتروجين NO_2 .

وينتج حوالي ٧٠٪ من أكاسيد النتروجين الموجود في الجو من احتراق الوقود داخل السيارات، والبقية من الصناعات المختلفة ومن محطات توليد الكهرباء وغيرها .

تنطلق أكاسيد النتروجين من عوادم السيارات نتيجة احتراق الوقود ، كما تتصاعد من احتراق الفحم والغاز الطبيعي ومعظم خامات النفط ومن حرق الفضلات العضوية.

كما تنطلق من صناعة البلاستيك والزيوت والنحاس وإطارات السيارات .كذلك تنطلق هذه الغازات من صناعة نترات الأمونيوم وصناعة حمض النيتريك. بالإضافة إلى تلك المصادر الصناعية تنطلق أكاسيد النتروجين من التفاعلات التي تحدث في الغلاف الجوي. والجدول التالي يبين أهم مصادر انبعاث الأكاسيد النتروجينية، التي ترجع للأنشطة البشرية.

جدول (٣-١١)

مصادر انبعاث الأكاسيد النيتروجينية.

مصدر أكاسيد النتروجين	النسبة المئوية (٪)
وسائل المواصلات	٥١.٥
احتراق الوقود وتوليد الكهرباء	٤٤.١
العمليات الصناعية المختلفة	٠.٩
احتراق الغابات والمزارع	١.٨
التخلص من النفايات الصلبة	١.٧

٥-الهيدروكربونات

الهيدروكربونات هي المركبات المكونة من عنصري الكربون والهيدروجين، مثل غاز الميثان CH_4، والإيثان C_2H_2، والإثيلين C_2H_4 والبنزبيرين C_2OH_{12}.

ومعظم الهيدروكربونات المسببة لتلوث الهواء تحتوي جزيئاتها على ١٢ ذرة كربون أو اقل ، وهي اما ان تكون غازات أو سوائل متطايرة (سريعة التبخر).

ويُعد المصدر الأساسي لهذه الغازات في الهواء الاحتراق الكامل وغير الكامل للوقود. وتسهم السيارات بنحو ٥٠٪ من غازات الهيدروكربونات المنبعثة في الهواء، ويعتمد معدل انبعاث هذه الغازات مع عادم السيارات على سرعة السيارة وتسارعها. فعندما تسير السيارات على الطرق السريعة بسرعة ثابتة من ٨٥-٩٠ كيلومتراً في الساعة، تكون كفاية محرك السيارة مرتفعة، وبالتالي يكون معدل انبعاث هذه الغازات مع عادم السيارة منخفضاً. أما في داخل المدن، حيث تضطر السيارات إلى تقليل السرعة ثم

التسارع، فإن كفاءة المحرك تتدنى؛ مما يجعل احتراق الوقود فيه غير كامل، وبالتالي يزداد معدل خروج الهيدروكربونات مع عادم السيارات إلى الهواء. ويُعد البنزوبيرين C_2OH_{12} Benzoperene من أشد المركبات الهيدروكربونية ضرراً على الإنسان ، إذ يُجمع الباحثون على أنه من أهم المواد المسببة للسرطان. وينتج مركب البنزوبيرين من احتراق الوقود، ومن القار المستخدم في الطرقات، وصناعة المطاط والسجائر. وتصل كمية ما يستنشقه الإنسان من مركب البنزوبيرين في بعض المدن ما يعادل الكمية المتحصل عليها من عشرات السجائر.

والجدول التالي يبين اهم مصادر انبعاث الهيدروكربونات التي ترجع للأنشطة البشرية.

جدول (٣-١٢)

أهم مصادر انبعاث الهيدروكربونات

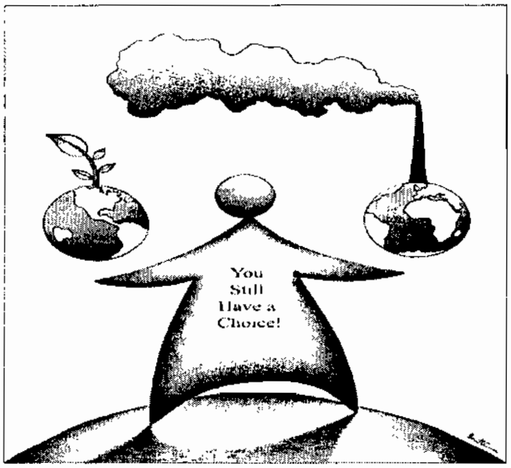
مصدر الهيدروكربونات	النسبة المئوية (٪)
وسائل المواصلات	٥٦.٢
العمليات الصناعية المختلفة (تكرير البترول- صناعة الكربون الأسود- صناعة الأمونيا)	١٥.٢
احتراق الغابات والمزارع	٢٠.٥
التخلص من النفايات الصلبة عن طريق الحرق	٥.٨
استعمالات الوقود في توليد الكهرباء	١.٧

التحكم ومكافحة التلوث الناشيء من وسائل النقل والمواصلات

من أهم الطرق المتبعة للتقليل من التلوث الناشيء من وسائل النقل والمواصلات هو تحويل الملوثات إلى مركبات غير سامة، قبل انطلاقها إلى الهواء. تعد عملية الأكسدة من أهم الطرق المستخدمة لتحويل الملوثات السامة إلى مركبات جديدة، غير سامة. وتكون عملية الأكسدة عادة فعالة بشكل كبير، لتحويل بعض الغازات إلى مركبات غير ضارة، إلا أنها نادراً ما تستعمل لتحويل الجزيئات الصلبة.

ويعد تحويل المواد المستخدمة كوقود التي تطلق أول أكسيد الكربون والهيدروجين والهيدروكربونات، فيتم أكسدتها إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وكلاهما غير سامين.

ومن أهم الطرق لخفض تلوث الهواء الناتج من مركبات الاحتراق هو ضبط نسبة الهواء إلى الوقود؛ بحيث تتم عملية الاحتراق في وجود وفرة من الأكسجين تضمن تحول غاز أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون . وضبط درجة حرارة الاحتراق لمنع تكون الجسيمات العالقة وأكاسيد النيتروجين.



الفصل الرابع

صور مهمة من الملوثات البيئية

٤-١. التلوث بالمواد البلاستيكية

٤-١-١. المخلفات البلاستيكية

٤-١-٢. المنتجات البلاستيكية وصحة المستهلك

٤-١-٣. الأضرار التي تسببها المخلفات البلاستيكية على الإنسان والبيئة

٤-١-٤. التحكم في التلوث بالمخلفات البلاستيكية

٤-١-٥. الهندسة الوراثية والتحكم في التلوث بالمواد البلاستيكية

٤-٢. تلوث البيئة بالعناصر الثقيلة

٤-٢-١. أهمية العناصر الثقيلة للإنسان والحيوان والنبات

٤-٢-٢. التحكم في التلوث البيئي بالعناصر الثقيلة

٤-٣. التلوث البيئي بالملوثات العضوية الثابتة والمواد السامة الأخرى

٤-٤-١. سمية الملوثات العضوية الثابتة

٤-٤-٢. ثبات وانتقال الملوثات العضوية الثابتة

٤-٤. التلوث بالنفط

٤-٥. التلوث بالمواد المشعة

الفصل الرابع

صور مهمة من الملوثات البيئية

٤-١. التلوث بالمواد والمنتجات البلاستيكية

مقدمة

أصبح البلاستيك جزءًا لا يتجزأ من حياتنا اليومية ، فهو موجود في كل مكان حولنا مصاحبا لنا في مأكلنا ومشربنا وفي عملنا وفي سيارتنا وجميع وسائل النقل، وأيضًا في أجسامنا دون أن ندري، فقد تسللت المواد البلاستيكية إلى أجسامنا. فقد احتل البلاستيك مكان كثير من المواد الأخرى مثل الزجاج والورق والخزف والبورسيلين وذلك لرخص ثمنه وخفة وزنه وقابليته للتشكل بسهولة. فتصنع منه الآن كثير من الأشياء مثل المقاعد والأسرة ومقاعد السيارة وأغطية الحمامات وخراطيم المياه وبعض أنواع الملابس وزجاجات المياه المعبأة وعبوات حفظ الألبان والجبن واللحوم والبقوليات وأجزاء كثيرة من الأجهزة الكهربية والأدوات المنزلية وأيضًا الأدوات المعملية .

ففي هذا العصر الجديد لا يكاد يخلو منزل أو مكان من المنتجات البلاستيكية والألياف الصناعية. حيث أصبحت من متطلبات الحياة لما تقدمه من خدمات جليلة للحياة العصرية .

٤-١-١. المخلفات البلاستيكية

تعريف المواد البلاستيكية :

يعتبر البلاستيك أحد البوليمرات التي تتكون نتيجة تكرار اتحاد جزيء Monomer (مونومر) تحت ظروف كيميائية محددة لتكوين الجزئي العملاق المسمى (بوليمر)، وهذه العملية تسمى Polymerization ويمكن إدخال الكثير من التعديلات على المونومرات monomer حيث يتم الدمج والخلط والمزج للخامات المختلفة معًا، مع تعديل خصائص الخامة الأساسية، وذلك بعد إنتاجها على شكل بوليمر.

أنواع البوليمرات :

تنقسم البوليمرات إلى:

١ - طبيعية:

مثل : النشا (Starch) والسليلوز Cellulose

٢ - صناعية مثل :

١ - polyethylene .

٢ - polyester .

٣ - polypropylene.

الخواص الطبيعية للبوليمرات : Physical Properties

تنقسم البوليمرات الطبيعية أو الصناعية إلى :

- مواد صلبة في صورة راتنجات Resins
- مواد لينة على شكل لدائن Latix
- مواد سائلة ومنها الأصماغ Gums

نلاحظ حدوث انتعاش وتطور في صناعة البلاستيك خلال الثلاثين سنة الماضية إلى إنتاج أنواع متعددة وكميات هائلة من البوليمرات الصناعية، التي تستخدم في تصنيع الأفلام البلاستيكية، والتي تجد تطبيقاتها في مجالات كثيرة منها التعبئة والتغليف. ونلاحظ أن معظم البوليمرات الصناعية (أغلبها مشتقات بتروكيميائية) لا تتحلل بالعوامل البيئية الطبيعية عند التخلص منها مما أدى إلى تراكم هذه المخلفات والتسبب في مشكلات بيئية عديدة وخطيرة؛ نظراً للكمية الهائلة التي يستهلكها العالم سنويًا. وأصبحت هناك ضرورة حتمية لإيجاد حل للتخلص من هذه المخلفات والحد من آثارها على البيئة.

حيث أشارت الإحصائيات سنة ١٩٩٧ إلى أن مقدار الاستهلاك السنوي في مصر من منتجات البلاستيك في جميع المجالات يبلغ ٩ × ٥١٠ طن (وهي كمية كبيرة)، ونظراً لعدم قابلية البلاستيك للانضغاط ومقاومته لعوامل التحلل الطبيعية من هواء وشمس ورطوبة ومطر، وعدم قدرة الكائنات الحية الدقيقة أو الإنزيمات على تحلله، فإن مخلفات البلاستيك تعد من أنواع القمامة غير المرغوب فيها، والتي تتراكم باستمرار وتمتلىء بها أماكن التخلص من القمامة، وتصبح بؤرًا لتجميع أنواع أخرى من المخلفات؛ مما يوفر أماكن جذب وتوالد الحشرات ومصدرًا للأوبئة والأمراض . وقد أشارت الإحصائيات سنة ١٩٩٧ أن مخلفات المنزل المصري من البلاستيك تصل الى ٣٨٠ طن (٢٪ من إجمالي المخلفات) وان نسبة الاسترجاع لهذا النوع من المخلفات ١٧.٨ ٪ لهذا كان يجب وجود ضرورة حتمية للتخلص من هذه المخلفات وإحدى هذه الطرق إنتاج بلاستيك قابل للتحلل في البيئة Biodegradable Plastic.

٤-١-٢. المنتجات البلاستيكية وصحة المستهلك

يتضح مدى استهلاك البلاستيك في تغليف الأغذية من الجدول التالي الذي يبين الاستخدام النسبي للأنواع المختلفة من مواد تغليف الأغذية في الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً:

جدول (٤-١)

الاستخدام النسبي لمنتجات البلاستيك المستخدمة في تغليف الأغذية

مادة التغليف	نسبة الاستخدام ٪
الزجاج	١٠
بلاستيك مغلف بالمعدن	١٧
معدن غير مغلف	٣
بلاستيك – مغلف بالورق	٢٠
ورق غير مغلف	١٠
بلاستيك	٤٠

أي ما يزيد عن ٨٠ ٪ من الأغذية في الولايات المتحدة الأمريكية مغلفة بالبلاستيك، أو بأغلفة يدخل فيها البلاستيك كمكون أساسي، وبالتالي يمكن تصور حجم النفايات البلاستيكية الناتجة من تغليف الأغذية فقط ، حيث تشير الإحصائيات إلى كمية النفايات البلاستيكية في بلدان الاتحاد الاوروبي، تصل إلى ١٠ ملايين طن سنويًا تشكل نصفها تقريباً الأغلفة البلاستيكية الغذائية.

المنتجات البلاستيكية النهائية المخصصة للأستخدامات الغذائية تخضع لاختبارات عديدة للتأكد من صلاحيتها لهذه التطبيقات، ومن أهم هذه الاختبارات اختبار الانتقال الشامل (GLOBAL MIGRATION TEST) والذي يجري بموجب الأنظمة الأوربية التالية 48 /8.97 /711.93 /11.87 /39.9.95 /128.92 /572.90 /85 حيث يتم تعرض المنتج البلاستيكي لعديد من السوائل التي تماثل الأطعمة ، مثل زيت الزيتون ومحلول حمض الخل بتركيز 3٪ ، ومحلول الإيثانول بتركيز ١٥٪ وغيرها من المواد ، يتم التعريض لمدد متفاوتة تصل إلى عشرة أيام ، وعند درجات حرارة تصل إلى ١٠٠ درجة مئوية، بعد ذلك يتم استخلاص مستحلبات يفترض أن تحتوي على العناصر والمركبات التي انطلقت (Migrated) من المنتج البلاستيكي إلى محاليل الاستخلاص، ويلي ذلك فحص المستحلبات لمعرفة مكوناتها والوقوف على احتمالات احتوائها على عناصر سامة أو مسببة للسرطان أو غيره من الأمراض، وبالتالي تحديد درجة تركيزها في المستحلب ، ومقارنة ذلك بالنسبة المسموح بها في الأنظمة المذكورة أعلاه .

يتبين من ذلك أن فحوص إجازة المادة البلاستيكية لتغليف الأغذية تجرى تحت ظروف قاسية، تتجاوز الظروف العادية التي يتم عندها استعمال وسائط التغليف البلاستيكية لتغليف المواد الغذائية .

بناء على ذلك يمكننا القول : إنه لا خطر على صحة المستهلك من كون الأطعمة أو المشروبات الساخنة توضع أو تعبأ في أكياس أو صحون أو قوارير بلاستيكية مرخصة ، هذا علما بأن شركات البيتروكيماويات تسعى لتزويد جميع مصنعي ومستخدمي منتجاتها

بهذه الشهادات العالمية لتبعث مزيدا من الاطمئنان ،ولتؤكد حرصها الدائم على سلامة المستخدم و المستهلك .

لكن قد يتساءل البعض عن النواحي البيئية للمواد البلاستيكية من حيث العمر الزمني اللازم لكي تتحلل هذه المواد، والواقع أنها تحتاج لزمن طويل جدًّا، إلا أن عملية تدوير المواد البلاستيكية واستخدامها في تطبيقات أخرى ثانوية قلل خطورتها على البيئة، ويظل الوعي وإدراك الإنسان هما الدافع الأكبر للمحافظة على البيئة .

كذلك قد يثير البعض قضية المواد القابلة للتحليل كمواد البولي بروبيلين المستخدمة في صناعة أكياس تعبئة الحبوب كالقمح والشعير، ومدى استخدام هذه التقنية في المدى القريب، والواقع يقول إن هذه التقنية حديثة جداً، ولا تزال في طور البحث والتطوير في بعض الدول الصناعية المتقدمة مثل كندا والولايات المتحدة؛ لذا سيكون لاستخدامها في الوقت الراهن صعوبة للمنتج والمستهلك ، بالإضافة إلى ضرورة وعي المستهلك بهذه المواد؛ حيث تختلف بطبيعتها عن المنتج من حيث التحلل والتخزين.

وبوجه عام فإن استخدام المواد البلاستيكية والألياف الصناعية يعتبر آمنًا صحيًّا وليست هناك مخاوف حقيقية تدعو للقلق أو الخوف من استخدام هذه المنتجات إذا تمت عملية تصنيعها واستخدامها بصورة متوافقة مع توصيات مصانع المواد الخام ، وضمن الشروط المنصوص عليها لكل مادة بلاستيكية.

٤-١-٣. الأضرار التي تسببها المخلفات البلاستيكية على الإنسان والبيئة

تسبب المخلفات البلاستيكية العديد من الأضرار على الإنسان وهي الأضرار الصحية كما تسبب أضرارًا بيئية على البيئة المحيطة.

ومن أهم تلك الأضرار:

١ - الكثير من المواد البلاستيكية هي مواد شديدة الثبات وعالية المقاومة لأنواع التحطم (التحلل) المختلفة الحيوية وغير الحيوية في البيئة.

٢- عملية دفن المخلفات البلاستيكية في التربة عجزت عن القضاء على المخلفات البلاستيكية لكونها غير قابلة للتحلل داخل التربة وبالتالي تظل متواجدة مسببة تلوث التربة.

٣- عملية حرق المخلفات البلاستيكية تسبب تلوثًا هوائيًا بسبب المواد الكربونية شديدة الضرر المنبعثة من تلك الحرائق التي نتج عنها تصاعد أبخرة غاز الفوسجين وحمض الهيدروكلوريك نتيجة حرق عبوات PVC المسببة للتسمم، وكذلك تصاعد مركبات الدايوكسين Dioxins الكلورونية شديدة الخطورة.

٤- عملية إعادة التصنيع وإعادة الاستخدام في التصنيع الغذائي عملية ذات خطورة؛ لأنه معرض أن تصبح العبوة نفسها أكثر خطورة على صحة الإنسان من خلال مركبات العبوة البتروكميائية، التي تنتقل للغذاء المعبأ بها، وكذلك تصبح العبوة أقل جاذبية للمستهلك.

٥-أثبتت الاختبارات التي أجريت على آلاف الأشخاص أن دماءهم تحتوي على كميات متفاوتة من مادة الفيثالات، والتي تشتق من الحمض العضوي الفيثاليك ، ويتم تقديرها بواسطة أجهزة التحليل الكروماتوجرافي والذي يتيح لنا قياس تركيزات منخفضة تصل إلى ٩-١٠ من الجرام اي جزء في البليون ، مما يدل على أن هذه المواد البلاستيكية تدخل أجسامنا عن طريق الغذاء والماء والدواء، وحتى الهواء لتحدث تراكمًا شديدًا، يصل مع الوقت إلى درجة التسمم أو إتلاف الأعضاء الداخلية للكائن الحي .

٦- هناك دراسات أجريت على بعض العبوات البلاستيكية الخاصة بالأغذية، ثبت من خلالها أن ثمة تفاعلات داخلية تحدث بين مادة العبوة والأطعمة؛ خاصة الأطعمة المحتوية على مواد دهنية والذي من السهل ذوبان المواد البلاستيكية فيها ، لقد لوحظ هجرة بعض الدهون من مادة الغذاء إلى مادة العبوة، وفي نفس الوقت تحدث هجرة عكسية ، وأثبتت النتائج وجود علاقة خطية بين هجرة الدهون

والهجرة العكسية (المواد البلاستيكية والمواد الغذائية)، وتتوقف هذه الهجرة على درجة الحرارة المحيطة وطول فترة تخزين المادة الغذائية بالعبوة ، وكلما زادت تلك العوامل زادت معدلات الهجرة .

٧- هناك دراسات أجريت على حفظ الدم في العبوات البلاستيكية ، وقد تعرفنا من خلال تلك الدراسات أن حفظ الدم في أكياس تسع ٦ لترات في درجة حرارة ٥ مئوية لمدة أسبوعين أدى إلى تسرب ٠.٢٥ جرام من مادة الفثالات إلى الدم، وهي كمية لا يستهان بها وخاصة في عمليات نقل الدم .

٨- ثبت من خلال الأبحاث أن مادة الفثالات تنتقل إلى الجنين، من خلال المشيمة في رحم الأم .

٩- نشرت أكاديمية العلوم الأمريكية إحصائية، تفيد بأن وزن النفايات الصلبة التي تلقي في البحار والمحيطات يقدر بأكثر من ١٤ بليون رطل سنويًّا ، بمعدل أكثر من ١.٥ بليون رطل في الساعة، ويمثل البلاستيك ١٠٪ من هذه الكمية . وقد وجد أن خيوط الألياف البلاستيكية تعمل على سد خياشيم التنفس في الأسماك؛ مما يؤدي إلى موت جماعي لهذه الأسماك ، وعند دخول المواد البلاستيكية إلى جسم السمكة تغير من عمليات البناء والهدم لدى السمكة (الميتابوليزم) فتفقد السمكة توازنها في عمود الماء لتعوم في اتجاهات مختلفة في نفس الوقت؛ مما يضعف قوتها مما يؤدي في النهاية لموت كثير من الأسماك، وانخفاض النتاج السمكي، وانخفاض القيمة الغذائية في الأسماك .

١٠- قد تلتف المواد البلاستيكية التي ألقيت في البحار على الشعاب المرجانية الخلابة وتغطي علب الطعام والمشروبات والمنظفات البلاستيكية الفارغة مما سيقلل من وصول ضوء الشمس إلى الشعاب، وسيحرمها من التيارات المائية الداخلة والخارجة التي تجدد مياهها المليئة بالغذاء والأكسجين ، مما سيؤدي في النهاية إلى هلاك تلك الشعاب المرجانية، وهلاك كثير من الكائنات المائية التي تعيش بين وداخل هذه الشعاب الخلابة، وهذا بالطبع خسارة طبيعية واقتصادية هائلة.

زجاجات المياه المعباة البلاستيكية تكلف البيئة ثمنا باهظا [*]

كشفت دراسة نشرها معهد أميركى أن المياه المعدنية المعبأة فى زجاجات بلاستيكية والتى تضاعف استهلاكها العالمى ليبلغ ١٥٤ مليار ليتر عام ٢٠٠٤ تكلف البيئة ثمنا باهظا، إضافة إلى أن تكلفتها تفوق غالبا تكلفة الوقود. وذكرت ا ف ب أن معدة الدراسة التى نشرها معهد سياسة الأرض أكدت أن المياه المعدنية المعبأة ليست فى غالب الأحيان أكثر سلامة من المياه التى تصل إلى المنازل عبر شبكات التوزيع فى الدول الصناعية أوقد تكلف عشرة آلاف مرة أكثر، إذا أخذت بالاعتبار الطاقة المستخدمة لتعبئة وتسليم وإعادة تدوير الزجاجات. ومع سعر يقارب ٢٫٥٠ دولار للتر الواحد، فإن كلفة المياه المعبأة تفوق تكلفة الوقود .

وعلى مستوى الاستهلاك يأتى الأميركيون فى المرتبة الأولى مع استهلاك ٢٦ مليار ليتر من المياه المعبأة فى العام ٢٠٠٤ ، ويأتى بعدهم المكسيكيون بمعدل ١٨ مليار لتر، ثم الصينيون والبرازيليون ١٢ مليار لتر لكل من البلدين. أما على مستوى الاستهلاك الفردي، فيأتي الإيطاليون فى المقدمة بنحو ١٨٤ لترًا أى أكثر من كوبين من المياه المعبأة يوميًّا فى العام ٢٠٠٤، ثم المكسيكيون بمعدل ١٦٩ لترًا، والإماراتيون ١٦٤ لترًا فالبلجيكيون والفرنسيون ١٤٥ لترًا.

وتشير إحصاءات المعهد الى ان الدول النامية أصبحت أكثر استهلاكًا للمياه المعبأة بين عامى ١٩٩٩ و٢٠٠٤ بحيث ازداد الاستهلاك فى الهند ثلاثة أضعاف فيما تضاعف فى الصين ونتجت عن هذا الازدياد الكبير فى استهلاك المياه المعبأة تكاليف ضخمة أيضًا لجهة تصنيع الزجاجات وغالبيتها من البلاستيك ونقلها البحرى أو البرى.

وفى المقابل يتم تأمين مياه المنازل عبر شبكة توزيع أكثر حماية للبيئة وأقل كلفة وفى حين يكفى إغلاق الصنبور بعد الاستهلاك فى المنزل، فان مصير القوارير البلاستيكية

(*) نقلاً عن مجلة البيئة والتنمية» عدد أيار/ مايو ٢٠٠٦

الفارغة، غالبًا ما يكون فى المكبات، علمًا بأنه يتم تصنيع الزجاجات عادة من أحد مشتقات النفط الخام البوليثيلين / تيريفتالات .وبالنسبة للولايات المتحدة، فإن تصنيع هذه الزجاجات يمثل أكثر من ١٫٥ مليون برميل نفط سنويًا ما يسمح لمئة ألف سيارة بالسير لمدة سنة، أما على المستوى العالمى فيتطلب تصنيع الزجاجات البلاستيكية من مادة البوليتين تيريفتالات ٢٫٧ مليون طن سنويًا من هذا النوع من البلاستيك.

ويستخدم نحو ٢.٧ مليون طن من البلاستيك في أنحاء العالم سنويًا لتعبئة المياه. بعد استهلاك المياه، يجب التخلص من العبوات. ويفيد معهد إعادة تدوير العبوات في الولايات المتحدة أن ٩٦ في المئة من عبوات المياه البلاستيكية المستهلكة في البلاد تصبح قمامة، وحرقها يولد منتجات ثانوية سامة مثل غاز الكلور والديوكسين والرماد المحتوي على معادن ثقيلة. وقد تبقى مطمورة نحو ألف عام قبل أن تتحلل طبيعياً

وتتطرق الدراسة أيضًا إلى مسألة النفايات إذ تشير إلى أن ٨٦ بالمئة من الفراغات البلاستيكية المستهلكة فى الولايات المتحدة تنتهى فى المكبات؛ وفقا لأرقام معهد إعادة تدوير محتويات مستوعبات القمامة، وتكمن خطورة هذا الواقع فى أن عملية الطمر تؤدى إلى انبعاث غازات سامة، وإلى رماد يحتوى على معادن ثقيلة فى حين أن رمى الفراغات البلاستيكية فى المكبات يوفر لها استمرارية، قد تصل إلى ألف سنة قبل تحللها البيولوجى الكامل.

والأسوأ من ذلك هو أن أربعين بالمئة من الفراغات البلاستيكية التى تم تجميعها فى الولايات المتحدة عام ٢٠٠٤ تم نقلها الى دول بعيدة جدا مثل الصين، مما زاد أيضًا من الأضرار التى تلحق بالبيئة، وقد أدى إنتاج قوارير المياه المعدنية على النطاق الواسع إلى نقص فى مياه الشرب، وهذا ما حصل فى الهند حيث تراجعت الطبقات المائية بصورة ملحوظة فى خمسين قرية، فى حين كانت شركة كوكا كولا تستخرج منها المياه، دون أى رقابة لتنتج مياه داسانى التى يتم تصديرها لاحقًا.

وفى أربعين بالمئة من الحالات تجرى تعبئة القارورة بالمياه التى تصل إلى المنازل ثم يضاف إليها بعض المعادن التى ليست صالحة دائما لصحة المستهلكين، وهو ما ذكرته الدراسة بالإشارة إلى توصيات مجلس الشيوخ الفرنسى بتغيير نوعية المياه المعدنية المستهلكة؛ لتجنب استهلاك كميات كبيرة من المعادن ذاتها.

٤-١-٤. التحكم في التلوث بالمخلفات البلاستيكية

١ . التعامل الرشيد والاستهلاك المنظم للمواد البلاستيكية، وذلك باتباع ما يلي :

- الإقلال ما أمكن من استخدام المواد البلاستيكية
  - الاعتماد على الحقائب التي تستخدم لأكثر من مرّة
  - تجنّب شراء المواد المغلّفة بشكل مفرط.
- إعادة استخدام المواد البلاستيكية لنفس الغرض أو لأغراض أخرى.
- الإقلال من الاعتماد على المواد البلاستيكية التي تستخدم لمرة واحدة ثم يتم التخلص منها.
- عند المفاضلة بين مادتين بلاستيكيتين، يجب انتقاء المادة التي تمكن إعادة استخدامها و/ أو تدويرها.

٢ . إعادة تدوير البلاستيك:

لإعادة تدوير البلاستيك الكثير من الفوائد للإنسان وللبيئة :

- الحد من استنفاذ المصادر وتحقيق التنمية المستدامة.
- التوفير في الطاقة.
- تأمين المواد الأولية.
- حماية الهواء من الملوثات مثل الديوكسينات.
- حماية الهواء تعني حماية الماء أيضاً .

- إقلال المساحات اللازمة للتخلص من النفايات ، واستغلال هذه المساحات لأغراض زراعية.
- تأمين فرص عمل.

٣. إنتاج بلاستيك قابل للتحلل في البيئة Biodegradable Plastic.

كان اتجاه البحث العلمي واتجاه العالم كله إلى إنتاج عبوات تكون في المستقبل، سهلة التخلص منها عن طريق التحلل البيولوجي لها، سواء باستخدام الكائنات الحية الدقيقة أو عن طريق الإنزيمات.

وكان ذلك بإنتاج أنواع من البوليمرات قابلة التحلل البيولوجي، ولها قدرة الارتباط مع استخدام مادة substrate من مواد زراعية (مخلفات) لها قابلية التحلل البيولوجي وقدرة الارتباط مع البوليمرات الكيميائية وهي Biodegradable Films

٤-١-٥. الهندسة الورثية والتحكم في التلوث بالمواد البلاستيكية [*]

وجهت كثير من الأبحاث والدراسات لمحاولة إنتاج مواد تماثل خواص البلاستيك، ولكنها سهلة التحطيم والتحلل بواسطة الكائنات الأولية الدقيقة . وبينما تميل الحيوانات إلى تخزين الطاقة في صورة دهون داخل أجسامها والنباتات، تخزن الطاقة في صورة نشا . ولكن الحال يختلف بالنسبة للبكتريا، فإن المادة التي تختزن الطاقة بالبكتريا عبارة عن حبيبات. وبدراسة هذه الحبيبات تبين أن تنتمي إلى اللدائن مثلها مثل البلاستيك ولكن نوع اللدائن في البكتريا قابل للتحلل في البيئة بواسطة أنواع أخرى من البكتريا أو بواسطة بعض أنواع الفطريات، التي تحلله إلى ثاني أكسيد الكربون وماء ومواد نهائية بسيطة ،مع احتفاظ اللدائن البكتيري بنفس قوة وتحمل وثبات البلاستيك الصناعي، وقامت إحدى المؤسسات الكيميائية البريطانية بالعمل على سلالة بكتيرية تسمى الكاليجينس ابوتروفاس، لها قدرة على تحويل السكر إلى بولي استر بكتيري يشبه في صفاته الطبيعية مادة

(*) د علي محمد علي، التلوث البيئي والهندسة الوراثية ١٩٩٩ م

البلاستيك إلى حد كبير . وقد توقف علماء البيولوجيا الجزيئية أمام هذا الكائن، ويحاولون التوصل إلى الاستفادة منه ومن نشاطه التخزيني في إنتاج البلاستيك على نطاق تجاري. ويتميز الإنتاج البيولوجي للدائن البكتيرية بأن معدل إنتاجها أسرع من إنتاج اللدائن البلاستيكية الكيميائية الصناعية، بالإضافة إلى أنها أعلى في درجة النقاء . وقد تلقف علماء الهندسة الوراثية هذا الميكروب المعجزة وراحوا يطورونه عن طريق التعديل الجيني، وبالفعل تم إنتاج سلالة محسنة تعطي إنتاجًا أوفر من البولي إستر البكتيري، والذي يتكون من نوع طبيعي من البوليمرات يسمي بولي هيدروكسي بيوتيرات PHP ليحل محل البلاستيك ويصل إنتاج هذا الكائن من هذه المادة إلى ٨٠ ٪ من وزنه الجاف .

وحاليًا يعكف العلماء على التحسين من خواص البلاستيك الطبيعي بتغيير البيئة التي يتم تربية البكتريا عليها، والمدهش حقًّا أن علماء البيئة أبدوا ارتياحهم وترحيبهم بالوافد الجديد، فهو مادة سهلة التحلل بالميكروبات ، فمجرد دفن عينة منه في التربة تتحلل تمامًا في فترة مشابهة لفترة تحلل الورق. وجد أحد الباحثين في إحدى الشركات الكيميائية البريطانية أنه يمكن التحايل على هذه الكائنات؛ لتصنيع مادة لدنة أكثر تماسكًا ومرونة تصلح لإنتاج أنواع أخري من اللدائن، تدخل في صناعة الأواني الزجاجية والأواني البلاستيكية. ولكن المدهش أن العلماء وجدوا أن إنتاج هذه اللدائن القوية يمثل ٢٠ ٪ من إنتاجها الأساسي من اللدائن الهشة. وقد تم نقل الجين المسئول عن إنتاج مثل هذه اللدائن لبكتريا أخرى هي بكتريا ايشيريشيا كولاي، وبدأت تنتج هذه اللدائن بصفات محسنة . ولكنها لا تكفي لعمل مصانع لإنتاجها على المستوى التجاري.وقد نجح فريق من علماء الهندسة الوراثية في عمل تهجين بكتيري بين البكتريا المنتجة للدائن الطويلة السلسلة والبكتريا المنتجة للدائن القصيرة السلسلة لإنتاج مادة بلاستيكية ذات صفات جديدة غير مألوفة . ولم تقف طموحات علماء الهندسة الوراثية عند إنتاج اللدائن من البكتريا، بل إنهم أجروا تجارب على نقل هذه الجين المسئول عن إنتاج هذه البلاستيك الطبيعي إلى الشريط الوراثي (لأحد النباتات الراقية، وبدأت التجارب على النباتات التي

تخزن النشا بكميات كبيرة كغذاء كالبطاطس والبطاطا وبنجر السكر، وتعديل مخزونها من النشا لمخزون من المواد البلاستيكية الجديدة، ولكن ثمة عقبات لهذا التعديل، ولكن الأمل يحدو العلماء في أن يجيء اليوم الذي ينجح فيه العلم في زراعة البلاستيك.

٤-٢. تلوث البيئة بالعناصر الثقيلة

تعتبر المعادن الثقيلة ، مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والكادميوم والسيلنيوم من اخطر المواد التي تلوث التربة والماء.

وتعرف العناصر الثقيلة بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء ٥ مجم / سم٣ المكعب وهي لها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها، كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

وأن جميع هذه المعادن تشترك كثيرًا في صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على آثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكادميوم منشؤها خطر على الصحة العامة بينما المعادن الاخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر آثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي أقل خطرًا من المعادن الأخرى كالرصاص، الذي زاد انتشاره في الآونة الأخيرة، وأصبح موجودًا بكثرة في الماء والهواء والغذاء. وأن كثيرًا من المعادن الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بمقادير قليلة جدًّا ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها إلى مستوى عالٍ في الجسم، تصبح بعده قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي، ويحدث التسمم بالمعادن الثقيلة عندما:-

١ - تدخل إلى جسم الإنسان كمركب بيوكيميائي.

٢ - تدخل الجسم بكميات مرتفعة أعلى من الحدود المسموح بها على مدى زمني قصير (تسمم تراكمي).

٣ - تدخل أيضًا للجسم بتركيزات منخفضة على مدى فترة زمنية طويلة، تؤدي إلى الإصابة بالمرض المهني.

٤ – تدخل الجسم عن طريق مغلوط وبتركيز عالي.

ولقد ازداد تعرض الإنسان لأضرار هذه المعادن من جراء الزيادة المفرطة في استخداماتها في الحياة اليومية، حيث زاد من انتشارها في معظم دول العالم الصناعية بالذات؛ وحيث إن عمليات إذابة وتنقية المعادن أدخلت إلى البيئة تلوث الماء والهواء، ومع أن ذلك كان محصورًا على أماكن محددة في بادئ الأمر، لكنه بدا يتخطى هذه الحدود منذ زمن بعيد.

٤-٢-١. أهمية العناصر الثقيلة للإنسان والحيوان والنبات :-

على الرغم من سمية المعادن الثقيلة وأثرها السلبي على البيئة، إلا أنه تعد بعض المعادن مهمة وضرورية للكائنات الحية، فنجد أن الزنك والنحاس والمنجنيز ضرورية للإنسان والحيوان والنبات، والكوبلت والكروم بالنسبة للحيوان، والألمونيوم بالنسبة للنبات، أما ضرورة هذه العناصر لحياة هذه الكائنات فيرجع الى كونها تدخل في تركيب الخمائر وبعض البروتينات الأخرى، التي تلعب دورًا نسبيًّا في بعض العمليات الانقلابية فنقصها قد يؤدي إلي خلل في الوظائف الفسولوجية وبالتالي تنتج أمراض عديدة ؛ أما العناصر التي لا تعتبر ضرورية لأي وظيفة حيوية في الجسم، فإن كثيرًا ما يطلق عليها اسم المعادن السامة، ومن أهمها الزئبق والرصاص والزرنيخ والكادميوم والفاناديوم والبلوتونيوم والتيتانيوم واليورانيوم ؛ فهذه المعادن تسبب سمية للكائنات الحية عند تراكيز معينة أو عالية أما غيابها عن الجسم لا يؤدي إلى أضرار صحية، كما هو الحال بالنسبة للعناصر الضرورية كالحديد مثلا.

أما على الصعيد الكيموحيوي، فإن التأثيرات المترتبة على المعادن السامة هي:

- تأثيرها على الأغشية الخلوية.
- إحلالها محل بعض الأيونات في الجسم.
- منافسة المعادن السامة مع بعض المكونات الاستقلابية في الجسم.
- تفاعلها مع مجموعة الفوسفور لكل من. (ATP-ADP)

- وتختلف الكائنات الحية في قدرتها على تحمل تراكيز عالية من المعادن، إلا أن الزيادة المفرطة للتعرض تؤدي إلى الإصابة بالسرطان وأحيانًا الوفاة.

والجدول التالي يبين التركيزات والنسب المؤثرة، التي تتسب الأخطار المحتملة للعناصر الثقيلة، وهذه الأخطار تضم التركيزات الخطرة في المياه وهواء بيئة العمل ودرجة السمية .

جدول ٤-٢

أمثلة لمؤشرات الأخطار المحتملة للعناصر الثقيلة

	المياه		السمية	هواء مكان العمل
المعادن أو المركبات	مياه الشرب١ (ميلليجرام/ لتر)	حماية النظام الأيكولوجى٢ (ميلليجرام/ لتر)	(الجرعة المميتة٥٠، ميلليجرام/ كجم من وزن الجسم)٣	(TWA)٤(ميلليجرام/ م٣)٥
الأنتيمون	,٠٠٥	-	٧٠٠٠	,٥
الزرنيخ	,٠١	,٠٥	٧٦٣	,٢
البريليوم	-	-	-	,٠٠٢
الكادميوم	,٠٠٣	,٢ - ١,٨	٢٢٥	,٠١
الكروم (سداسي التكافؤ)	,٠٥	,٠٠٢	($Na_2Cr_2O_7$) ٥٠	,٠٥
النحاس	٢	,٠٠٢ - ,٠٠٤	(C_uSO_4) ٣٠٠	,٢
الرصاص	,٠١	,٠٠١ - ,٠٠٧	(TDLo) ٤٥٠	,١٥
الزئبق	,٠٠١	,٠٠٠٠١	(H_gCL_2) ١	,٠٥
السيلينيوم	,٠١	,٠٠١	٦٧٠٠	,٢
التيلليوريوم	-	-	٨٣	,١
الثاليوم	-	-	(LDLo) ٦	,١ (الجلد)
الزنك	-	,٠٣	٣٠٠٠	١ .. ١٠

١-منظمة الصحة العالمية (١٩٩٦).

٢-المبادئ التوجيهية الكندية الخاصة بنوعية المياه من أجل حماية الحياة المائية بالمياه العذبة. المجلس الكندي لوزر ء البيئة (١٩٩٥).

٣-لويس (١٩٩٢)، الجرعة المميتة، ٥٠ عن طريق الفم. قيم إرشادية فقط: غالباً ما تختلف السمية الخاصة بالمركبات الإفرادية.

٤-TWA متوسط مرجح زمنيًّا للتركيزات المحمولة جوًّا عند حسابه خلال ثمان ساعات، في يوم عمل عادي خمسة أيام عمل في الأسبوع.

المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين (١٩٩٤).

وسوف نستعرض بعضًا من العناصر الثقيلة المهمة، والتي تعتبر ملوثات ضارة جدًا وتشكل انتشارا في البيئة وهي الرصاص والزئبق والكادميوم والزرنيخ.

أولاً : التلوث بالرصاص

الرصاص Lead (Pb) معدن لين مرن لونه أبيض مزرق، قابل للتشكل والطرق، موصل ردئ للحرارة ومقاوم للتآكل، رقمه الذري 82 ووزنه الذري 207 ووزنه النوعي 11.35. تحتوي خامات الرصاص عادة على عناصر الكبريت والزنك والنحاس ومن أهمها وجودًا في الطبيعة خام جالينا Galena، الذي يتركب من كبريتيد الرصاص (Pb S) والذي يستخدم في طلاء المرايا، كما يستخدم كصبغة زرقاء.

يوجد الرصاص في صور أخرى مختلفة، منها: أكاسيد الرصاص وتشمل أول أكسيد الرصاص (PbO) وهو أكثرها استخدامًا في صناعات الرصاص غير العضوية كما يستخدم في تصنيع لوح البطاريات وفي صناعة السيراميك والزجاج. ومن الأكاسيد الأخرى أكسيد الرصاص الأحمر (Pb_3O_4) وهي صبغة حمراء لامعة وتستخدم في دهانات المنازل وأسطح المعادن لمنع تآكلها وفي التشحيم وفي صناعة الزجاج والكريستال. من أملاح الرصاص كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) والتي تدخل في صناعة الصبغات الزرقاء والبيضاء وسليكات الرصاص ($PbSiO_3$) وتستخدم في الدهانات وفي صناعة الزجاج والسيراميك والمطاط، وكرومات الرصاص ($PbCrO_4$) الذي يستخدم في الأحبار والصبغات والصناعات الجلدية.

مصادر التلوث بالرصاص في الهواء

- صناعة وسباكة الرصاص:

تعتبر صناعة وسباكة الرصاص من أهم مصادر تلوث الهواء بأتربة الرصاص، وكذلك فهي صناعة مهمة جدًا على الرغم من تلويثها للبيئة، فهي صناعة تحويلية تتعامل مع المخلفات و تدويرها للوصول إلى منتج، يمكن إعادة استخدامــه (المواسير ، الوصلات ....)، تعتمد سباكة الرصاص على بطاريات المركبات المستعملة والتي

يتم الاستغناء عنها والتي تعتبر دوليًا من المخلفات الخطرة التي لا يسمح بتداولها أو إعادة تصديرها بين الدول بموجب الإتفاقيات الدولية فمن هنا تظهر أهمية تلك الصناعة كصناعة تحويلية وتدوير للمخلفات الخطرة، يجب الاهتمام بها وتغير وتطوير التكنولوجيا المستخدمة في تلك الصناعة، والتي تعتبر بالمنظور العالمي بدائية، مما يتسبب في التلوث الظاهر في البيئة المحيطة بها.

- الوقود المحتوي على الرصاص:

في إطار تحسين مواصفات وقود البنزين كان يتم إضافة بعض مركبات الرصاص إليها لتحسين خواصه مما كان يتسبب في ارتفاع نسب وتركيز أتربة الرصاص المتصاعدة إلى الهواء الجوي نتيجة الانبعاثات الصادرة من تلك المركبات ، والتي كان تتزايد أعدادها والوقود المستخدم في تسييرها، وبالتالي فقد لوحظ زيادة متطردة في نسب وتركيزالرصاص في الهواء الجوي المحيط والذي أثبتته الدراسات و البحوث العلمية التي تم إجراؤها خلال الفترة الأولى من العقد الأخير من نهاية القرن الماضي.

- عملية الاحتراق (الحرق، حرق جثث الموتى، حرق النفايات في الخلاء):

تعد عملية حرق نفايات وجثث الموتى من مصادر التلوث بالرصاص إذ يتصاعد للهواء كميات من مركبات الرصاص أثناء الحرق

الرصاص في المياه والتربة

من أهم مصادر تلوث التربة والماء بالرصاص المصانع التي تنتج البطاريات، كما يحدث هذا التلوث على إثر خروج عوادم السيارات في الطرق السريعة؛ حيث تلوث التربة ومصادر المياه المجاورة لهذه الطرق.ويؤدي تلوث المحاصيل الزراعية ومياه الشرب بالرصاص إلى إصابة الإنسان بأمراض في الجهاز العصبي والهضمي والكلية والدم. ومرض الأنيميا.

ومحتوى المياه الطبيعية في المسطحات المائية العذبة من الرصاص من ١ إلى ٥ أجزاء في المليون ، وعمليات المعالجة بالمروبات تزيل نسبة كبيرة من أملاح الرصاص مما يقلل نسبته في المياه الناتجة المعالجة، ولكن يمكن أن تصل الملوثات من أملاح الرصاص من خلال شبكة التوزيع، مما يزيد من تركيز الرصاص في مياه الشرب إلى ٠.٠٢ إلى ٠.١ مجم / لتر .

إذا ارتفعت نسبة الرصاص عن ٠.١ مجم / لتر في مياه الشرب، فإنه يؤدي إلى التسمم بالرصاص، التي تظهر أعراضه ببطء.حيث يبدأ الإنسان بالشعور بآلام شديدة في الجهاز الهضمي،وقد يرافقه قيء واضطرابات عصبية،وقد يؤدي الى حدوث شلل بالأطراف، وتشنجات عصبية شاملة. ويمكن أن يصاب الإنسان بالصرع وتصيبه غيبوبة لأن الرصاص يؤثر على الجهاز العصبي المركزي.ومن أعراضه أيضاً ظهور خط أزرق مائل للسواد داخل أنسجة اللثة، ويقل عدد كريات الدم الحمراء وقلة في نسبة الهيموجلوبين وحدوث أنيميا. وعمومًا يتعرض الأطفال لتسمم الرصاص أكثر من الكبار.من مصادر التسمم أنابيب التوصيل المنزلية، ومن طلاء بعض الأواني الفخارية (السيراميك)، ويدخل في صناعة الوقود.تم مقارنة استعمال الرصاص في عام ١٩٩٠ فتبيّن أن الإنتاج زاد بـ -٦ أضعاف خلال ٣٠ عام.

وأوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز ٠.٠٥ مجم / لتر للرصاص كحد أقصى في مياه الشرب.

التحكم في التلوث بالرصاص

لمعالجة التأثيرات السلبية للرصاص على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية والمحلية **تتخذ الإجراءات التالية** :

- تشجيع استخدام البنزين غير المعالج بالرصاص في كافة القطاعات.
- الحاجة إلى الرصد (وخاصة في حالة الأطفال)، ومنها الرصد البيولوجي لمستويات الرصاص.

- تحديد الاستخدامات وأفضل الحلول والتكنولوجيات المتاحة الأقل سمية.
- تقييم المخاطر البيئية الخاصة بتلوث الرصاص .
- زيادة الخبرة، القدرة على زيادة الوعي، المشاريع النموذجية.
- الجرد الدولي للمواقع الملوثة (كافة المناجم القديمة ومدافن القمامة)
- الأثر الصحي وتقييم التكلفة ذات الصلة.
- تفعيل السياسات الوطنية الخاصة بسلامة المواد الكيميائية.
- خطط وضع العلامات الدولية.
- برامج العمل الإقليمية – من خلال التنسيق على المستوى الدولي.
- البحث عن تكنولوجيا صديقة للبيئة وتنميتها.

ثانيًا : التلوث بالزئبق

الزئبق هو أحد المعادن الثقيلة، ويكون على هيئة سائلة تحت درجة الحرارة العادية، لذلك يعد من العناصر الكيماوية الخاملة نوعاً في هذه الحالة السائلة. إلا أن الزئبق العنصري يتأكسد إلى زئبق ثنائي الشحنة تحت الظروف الطبيعية. وهذا الزئبق المؤكسد يمكن أن يشبع أو يمزج بالميثان عن طريق البكتيريا الهوائية واللاهوائية، أو في كبد وأحشاء الكائنات الحية.

مركبات الزئبق

يقسم الكيميائيون مركّبات الزئبق إلى مجموعتين :

١ - مركبات الزئبقوز، أو الزئبق I.

٢ - مركبات لزئبقيك، أو الزئبق II .

تشمل مركبات الزئبقوز كلوريد الزئبقوز`(Hg_2CL_2) ، ويُسمّى أيضًا الكالوميل، وكبريتات الزئبقوز .(Hg_2SO_4) ويستخدم الكالوميل مُطهّرًا لقتل البكتيريا،

كما يستخدم الكيميائيون كبريتات الزئبقوز لزيادة سرعة الكشف على بعض المركَّبات العضوية.

وتشمل مركَّبات الزئبقيك كلوريد الزئبقيك ($HgCL_2$)، وهو مركّب شديد السمية، وقد استخدمه الجرّاحون في السابق لتطهير الجروح. ويسمّى كلوريد الزئبقيك أيضًا ثاني كلوريد الزئبق أو الآكل المتسامي .ويستخدم مركب فولمينات الزئبقيك($Hg[OCN]_2$) في صناعة جميع أنواع الذخائر، لتفجير المادة المتفجرة. كما يستخدم مركب كبريتيد الزئبقيك (HgS)، في صناعة البويات، لتكوين الصّبغات الحمراء التي تسمى الفيرمليون .وتحتوي بطاريات الزئبق على أكسيد الزئبقيك .(HgO) ولعديد من المركّبات العضوية، والتي تحتوي على الزئبقيك، أستخدامات مهمة في الطب. فهنالك أدوية تسمى المبيلات يستخدمها الأطباء لعلاج أمراض الكلى، وهي مركبات عضوية تحتوي على الزئبقيك. كما أن المطهر المعروف باسم المركروكروم أحد مركبات الزئبقيك.

هذه العملية تتم بواسطة بكتيريا مُختزلة للكبريت، والتي تعيش في بيئة ذات معدل ذوبان منخفض للأوكسجين، مثل مصبّ أو قاع بحيرة رسوبية. ميثيل الزئبق يمكن أَن تقلل مستوياته في البيئة، إمّا بتفاعلات التحلل الضوئي الذي يحدث بدون مساعدة البكتيريا أَو الكائنات الحية الأخرى، أَو بالبكتيريا وذلك خلال عمليات حيوية مختلفة

وقد جاء الزّئبق من مخلّفات الصّناعة التي طُمّرت في الخليج الذي تمّ منه اصطياد تلك الأسماك. وفي بداية عام ١٩٧٠م، بيعت أسماك التونا وأسماك السيف في الولايات المتحدة، والتي أثبتت التحاليل أنها تحتوي على كميات خطرة من الزّئبق؛ ممّا أدّى بالحكومة إلى مصادرة الأسماك من الأسواق وإنذار السكان.

تعمل الحكومات والمصانع على إبعاد الزئبق خارج البيئة، فبعض الدول تمنع طمر المخلّفات الصّناعية التي تحتوي على الزئبق، وقد يصل كثير من الزئبق إلى البيئة بطرق أخرى مختلفة.

ويعتمد تأثير الزئبق على الكائنات الحية على عدة عوامل، أهمها: حالة الزئبق (عنصري، مؤكسد، مشبع بالميثان)، ونوع الكائن الحي وحجمه وعمره ومدة تعرضه للملوث، ونوعية المياه خاصة مقدار عسر الماء Hardness. لذلك، نجد أن الأنواع المختلفة من الكائنات الحية تتباين درجة تحملها لسمية الزئبق الحادة في المياه العذبة.

التأثيرات الخطيرة للتعرض للزئبق

١ - للزئبق طائفة من التأثيرات المعاكسة الكبيرة والموثقة على صحة الإنسان والبيئة في مختلف أنحاء العالم. والزئبق ومركباته شديدة السمية وخاصة بالنسبة لنمو الجهاز العصبي. ويتباين مستوى السمية في الإنسان والكائنات الأخرى بحسب الشكل الكيماوي للزئبق وكميته وطريقة التعرض له ومدى ضعف الأشخاص الذين يتعرضون له. ويمكن أن يتعرض الإنسان للزئبق بطرق مختلفة بما في ذلك، وإن لم يكن يقتصر على تناول الأسماك والاستخدامات المهنية والأسرية وملاغم الأسنان والأمصال المحتوية على الزئبق.

٢ - ويؤثر ميثيل الزئبق سلبيًّا في كل من الإنسان والحيوانات البرية. فهذا المركب يمر بسهولة من خلال حاجز المشيمة وحاجز الدم – المخ كما أنه عامل سام للأعصاب وهو الأمر الذي يمكن أن يكون له تأثيرات معاكسة خاصة على المخ الذي يمر بمرحلة نمو. وقد أظهرت الدراسات أن وجود ميثيل الزئبق في غذاء الحوامل يمكن أن يكون له تأثيرات معاكسة طفيفة ولكنها مستمرة على نمو الأطفال حسبما يلاحظ من بداية سن الدراسة. وعلاوة على ذلك تشير بعض الدراسات إلى أن زيادة طفيفة في التعرض لميثيل الزئبق قد يكون لها تأثيرات معاكسة على الأوعية الدموية في القلب. وتتعرض الآن أعداد كبيرة من الناس والحيوانات البرية لمستويات من الزئبق تشكل مخاطر حدوث هذه التأثيرات المعاكسة وربما غيرها أيضًا.

٣ - وثمة مجموعات مهيأة بصورة خاصة للتعرض للزئبق وعلى وجه الخصوص الأجنة وحديثي الولادة والأطفال نتيجة لحساسية الجهاز العصبي النامي فيها. ولذا ينبغي

للآباء والحوامل والنساء اللاتى قد يحتمل أن يكن بصورة خاصة على وعى بالأضرار المحتملة لميثيل الزئبق. ومن المستبعد أن يسفر الاستهلاك المعتدل للأسماك (المصابة بمستويات منخفضة من الزئبق) عن مستوى خطير من التعرض. غير أن السكان الأصليين والفئات الأخرى التي تستهلك كميات أكبر من الأسماك أو الثدييات البحرية الملوثة، والعمال المعرضين للزئبق مثل استخراج الذهب والفضة على النطاق الصغيرة قد يكونوا معرضين لمستويات عالية من الزئبق ومن ثم فهم معرضون للمخاطر.

٤ - وإلى جانب ما للأسماك من أهمية في كثير من الثقافات المحلية، فإنها تشكل عنصرًا شديد الأهمية في النظام الغذائي للإنسان في كثير من أنحاء العالم حيث توفر المغذيات التي تتوافر في كثير من الأحياء من مصادر الأغذية البديلة. ويشكل الزئبق خطرًا كبيرًا على هذه الإمدادات من الأغذية. وكذلك فإن الأسماك الملوثة يمكن أن تتسبب في مشكلات اقتصادية خطيرة للمجتمعات المحلية والأقاليم التي تعتمد على الثروة السمكية في بقائها الاقتصادي.

٥ - كما أن هناك بعض النظم الإيكولوجية وعشائر الحياة البرية المعرضة بصورة خاصة. وتشتمل هذه المفترسات على قمة شبكات الأغذية المائية (مثل الطيور والثدييات الآكلة للأسماك) والنظم الإيكولوجية للمناطق المتجمدة الجنوبية والأراضي الغدقة والنظم الإيكولوجية الاستوائية والأوساط الميكروبيولوجية في التربة.

مصادر التلوث بالزئبق

ويأتي التلوث بالزئبق من المصادر التالية:

(أ) الإطلاقات من تراكم شوائب الزئبق التي تشمل:

- الطاقة الناجمة عن حرق الفحم وإنتاج الحرارة (أكبر مصدر وحيد للانبعاثات في الجو).

- إنتاج الطاقة من الأنواع الأخرى من الوقود الكربوني الأحفورى.
- إنتاج الأسمنت (الزئبق في الجير).
- التعدين وغير ذلك من الأنشطة المعدنية بما في ذلك استخلاص وتجهيز المواد المعدنية الخام والمعاد دورانها مثل إنتاج ما يلي:
  - الحديد والصلب.
  - حديد المنجنيز.
  - الزنك.
  - ومعادن أخرى غير الحديدية.
- إنتاج البترول.

(ب) الإطلاقات من الاستخلاص والاستخدام المتعمدين للزئبق والتي تشمل:

- استخراج الزئبق من المعادن
- استخراج الذهب صغير النطاق (عملية الملغمة).
- إنتاج الكلور – القلوي.
- استخدام المصابيح الفلورسنتية، والأدوات، وملغم حشو الأسنان وغير ذلك.
- صناعة المنتجات المحتوية على الزئبق مثل:
  - ميزان الحرارة.
  - أدوات القياس اليدوية وغيرها.
  - البدالات الكهربائية والإلكترونية.
- المبيدات الحيوية (مثل تعفير البذور ومبيدات الآفات والمبيدات الضئيلة).
- استخدام المنتجات الأخرى مثل البطاريات والألعاب النارية وكيماويات المختبرات.

(جـ) الإطلاقات من معالجة النفايات، وحرق الجثث وغير ذلك (الناشئة عن كل من الشوائب والاستخدام المعتمد للزئبق، والتي تشمل:

- حرق النفايات (البلدية والطبية والنفايات الخطرة).
- مواقع ردم النفايات.
- حرق الجثث.
- المدافن (الإطلاق في التربة).
- إعادة التدوير والتخزين.

وتعد الزيوت والمبيدات المستخدمة لمكافحة الفطريات Fungicides وأنواع أخرى من الفطريات الغروية Slimicides من أخطر المصادر الملوثة للبيئة البحرية بعنصر الزئبق.

وأوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز ٠.٠٠١ مجم / لتر للزئبق كحد أقصى في مياه الشرب.

دورة الزئبق داخل البيئة المائية

تتلخص دورة الزئبق في الماء في المسارات الآتية:

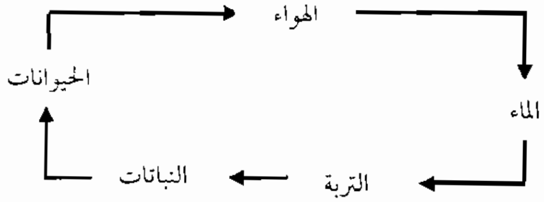
ينطلق الزئبق من مصادر انبعاثه مثل عمليات استخراج وتعدين الذهب ، حيث ينطلق الزئبق في صورة عنصر الزئبق متصاعدا في الهواء مسببا تلوثه.كما انه قد ينطلق مباشرة للماء اذا كانت عمليات التعدين تتم في ماء البحر مسببا تلوث الماء بالزئبق .

يحدث عملية أكسدة للزئبق العنصري المتطاير في الهواء(في وجود الأكسجين الجوي) ويتحول إلى زئبق ثنائي والذي يختلط بماء الأمطار الساقطة ويسقط على الغابات والأراضي والبحار والمحيطات ، وقد يتسرب من الغابات والأراضي إلى المسطحات المائية مع عمليات الانجراف المائي والفيضانات.

كما يمكن للزئبق أن يصل للماء من خلال المياه الجوفية الملوثة بالزئبق، وهناك طريقة أخرى لوصول الزئبق إلى المسطحات المائية وهي صرف مياه الصرف الصناعية غير المعالجة التي تصرف على الأنهار والبحار .

الزئبق العنصري الذي سقط في ماء البحر قد يحدث له حجز (تخزين) داخل البيئة المائية عن طريق الترسب في أعماق المياه أو الاتحاد مع مركبات أخرى بالمياه، وتترسب هذه المركبات أيضًا في القاع .

قد يتحول الزئبق العنصري في داخل ماء البحر إلى ميثيل الزئبقMethyl Mercury الذي يمكنه التراكم بسهولة شديدة داخل الأنسجة في الكائنات الحية، وهو أحد المركبات العضوية التي لها قدرة كبيرة على الذوبان في الدهون، وهي من الصور السامة جدًّا والتي تبتلعه الأسماك ويتراكم داخل أجسامها مسببة ضررًا للإنسان، الذي يتناول هذه الأسماك. والشكل التالي يبين دورة مبسطة الزئبق داخل البيئة بين الهواء والماء والأرض.



شكل (٤-٢) دورة الزئبق خلال البيئة.

المحددات العالمية والحدود المسموح بها عالميًا

١- إن الحدود المسموح بها عالميًّا وحسب منظمة الصحة العالمية للزئبق في مياه الشرب هي ٠.٠٠١ جزء بالمليون كأقصى حد مسموح به.

٢- أما الحدود المسموح بها حسب نظام صيانة الأنهار رقم ٢٥ المعدل فهي:

□ الأنهار وروافدها وتفرعاتها (٠.٠٠١) ملجم / لتر.

- الجداول والترع والقنوات (٠.٠٠١) ملجم / لتر.
- البحيرات والأحواض (٠.٠٠١) ملجم / لتر.
- المياه المتخلفة والمصرفة للمصدر المائي (٠.٠٠٥) ملجم / لتر.
- المياه المتخلفة والمصرفة الى المجاري العامة (٠.٠٠١) ملجم / لتر.

٣. أما بالنسبة للهواء فإن أقصى نسبة تسمح بها الهيئات الصحية لتركيز الزئبق في الهواء هي ٠.٠٥ مليجرام في كل متر مكعبٍ في الهواء، ومن ثَمَّ حينما ترتفع نسبة تركيز أبخرته إلى نحو (٢ - ٨) مليجرامات في المتر المكعب الواحد.. فإنها تشكل إنذارًا خطيراً على صحة الإنسان.

التسمم بالزئبق المعدني ومركباته اللاعضوية

قد يحدث التسمم بالزئبق بشكل حاد أو مزمن. وقد تدخل المادة عن طريق الجهاز الهضمي أو التنفسي او نتيجة تعرض الجلد. يبلغ العمر النصفي للزئبق ٤٠ - ٦٠ يومًا، ويفرغ عن طريق الكلية بشكل رئيسي.

الزئبق عنصر ينجذب بشراهة ويرتبط بمجموعة السلفهيدريل في البروتينات والإنزيمات وذلك يؤثر على وظائف الخلايا والأعضاء وبالتالي يؤثر على عمل أجهزة الجسم.

المخاطر الصحية:

إن استنشاق أبخرة الزئبق يسبب رعشة في اللسان والشفتين والأصابع تبدأ بالخجل وعدم المقدرة على العمل مع قلة النوم وكما يظهر في الفم طعم معدني لاذع وتتأثر اللثة ويصير لونها رماديًّا وتتساقط الأسنان.

إن مادة الزئبق الفلزية تسبب الحساسية - الإكزيما والتهيج للجلد وتحدث للعمال في عمليات تنظيف الأصباغ والتي تعقبها أعراض رئوية تخص الجهاز التنفسي والأعراض

المعوية والأعراض العضلية كالآلام، ويسبب أيضا العجز للكبد والكليتين نتيجة زيادة البروتين في الدم ويسبب تأثيرات مبكرة لحالات التسمم في الجهاز العصبي.

إن الزئبق مادة تراكمية التأثير ترسب في الكبد والكلى مسببة عجزهما وكذلك عجز القلب وشلل الجهاز العصبي وتسبب أيضا العمى والشلل حتى الموت.

مكافحة التلوث بالزئبق ومعالجة تأثيراته

لمعالجة التأثيرات السلبية للزئبق على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية والمحلية تشمل الخيارات التالية :

١ - استبدال المنتجات والعمليات بأخرى، وهي تشمل النقاط الآتية :

(أ) الحد من استخدام الزئبق في المنتجات التي توجد لها بدائل أو منع هذا الاستخدام ، والترويج لاستحداث بدائل ملائمة أخرى لاستخدامات أساسية متبقية؛

(ب) الحد من الاستخدام المتوخى للزئبق أو منع هذا الاستخدام باستثناء الاستخدام في أنشطة التعدين الحرفية إلى أن يمكن نقل تكنولوجيا ملائمة وميسرة إلى القطاع المذكور.

(جـ) الحد من استخدام التكنولوجيا القديمة أو وقف هذا الاستخدام والإصرار على أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية للحد من انبعاثات الزئبق في الهواء والمياه أو منعها.

(د) الوقف التدريجي للزئبق والمنتجات المحتوية على الزئبق، التي مازالت تستخدم وذلك بعد الترويج لاستحداث بدائل فعالة وميسرة للزئبق، واستخدام تكنولوجيا بديلة.

٢ - خفض تراكم الزئبق الجديد في الغلاف الجوي

(أ) إعادة استعمال الزئبق المكتشف أو المعاد تدويره في الاستخدامات الضرورية بطريقة تخضع لرقابة صارمة، على العكس من استخراج وصهر الزئبق الخام والاستخدام العشوائي وتصريفه.

(ب) الحد من وجود الزئبق في شكل شوائب في الوقود أو التخلص من ذلك.

(جـ) خفض عمليات استخراج الزئبق الخام ووقف هذه العملية بالتدريج، حيثما أمكن ذلك عمليًّا.

٣ -الحد من استهلاك الزئبق:

(أ) الحد من وجود الزئبق في شكله المعروف أو في شكل شوائب في المواد ذات الحجم الكبير (مثل التعبئة) أو وقف هذه العملية.

(ب) الحد من تسويق المنتجات المحتوية على الزئبق أو منع هذه العملية على الصعيد الوطني.

(جـ) الحد من تصدير واستيراد المنتجات المحتوية على الزئبق، مثل البطاريات والمواد الصيدلانية ومواد التجميل وغير ذلك) أو منع هذه العملية.

(د) الحد من تسويق الزئبق المستعمل أو من الدرجة السلعية أو منع هذه العملية.

(هـ) إنشاء "بنك للزئبق" لتتبع استخدام الزئبق الخام والزئبق المستعاد أو المعاد تدويره والاحتفاظ به تحت رقابة محكمة.

٤ -التحكم في الانبعاثات والإطلاقات ورصدها

(أ) خفض أو منع الإطلاقات المباشرة للزئبق من مختلف العمليات (مثل مصادر النقاط الصناعية بما في ذلك صناعة الكلور القلوي، وإنتاج النفط والغاز، والصناعات المعدنية وغير ذلك، والمصادر الأخرى مثل عمليات حرق البلدية والطبية، وبعض الأنشطة مثل التعدين صغير النطاق) في البيئة والهواء والمياه والتربة من خلال تقنيات التحكم في الانبعاثات.

(ب) خفض أو منع انبعاثات الزئبق من حرق الوقود الأحفوري، وتصنيع المواد المعدنية من خلال تكنولوجيا التحكم في الانبعاثات أو التدابير التنظيمية؛

(جـ) خفض أو منع إطلاق الزئبق من العمليات إلى نظم معالجة الماء العادم (من أجل الحد من الانطلاقات إلى مستخدمي المياه وإتاحة استخدام الرواسب الطينية).

(د) مراقبة وتعزيز وتحسين كفاءة التدابير الرامية إلى خفض أو منع الانبعاثات والإطلاقات الزئبقية من خلال تكنولوجيا التطبيق عند نهاية العمل، ولهذا الغرض القيام بوضع معايير للانبعاثات وعمليات رصد ملائمة للبيئة تتسم بكفاءة التكاليف.

٥ -إدارة النفايات:

(أ) خفض أو منع الإطلاق المباشر للزئبق في مخلفات المنتجات والعمليات في البيئة من خلال عمليات جمع النفايات المتسمة بالكفاءة.

(ب) خفض أو منع مزج الزئبق الموجود في مخلفات المنتجات والعمليات بنفايات أقل خطورة في المسار العام للنفايات، عن طريق جمعها ومعالجتها بصورة منفصلة.

(جـ) خفض أو منع إطلاق الزئبق في البيئة من خلال معالجة النفايات المنزلية والنفايات الخطرة والنفايات الطبية بواسطة تكنولوجيا مكافحة الانبعاثات.

(د) الحد من نشر المحتوى الزئبقي في رواسب المجارير على الأراضي الزراعية والحد من استخدام مخلفات الحرق الصلبة المحتوية على الزئبق في بناء الطرق وغير ذلك.

(هـ) خفض أو منع إعادة تسويق النفايات المحتوية على الزئبق.

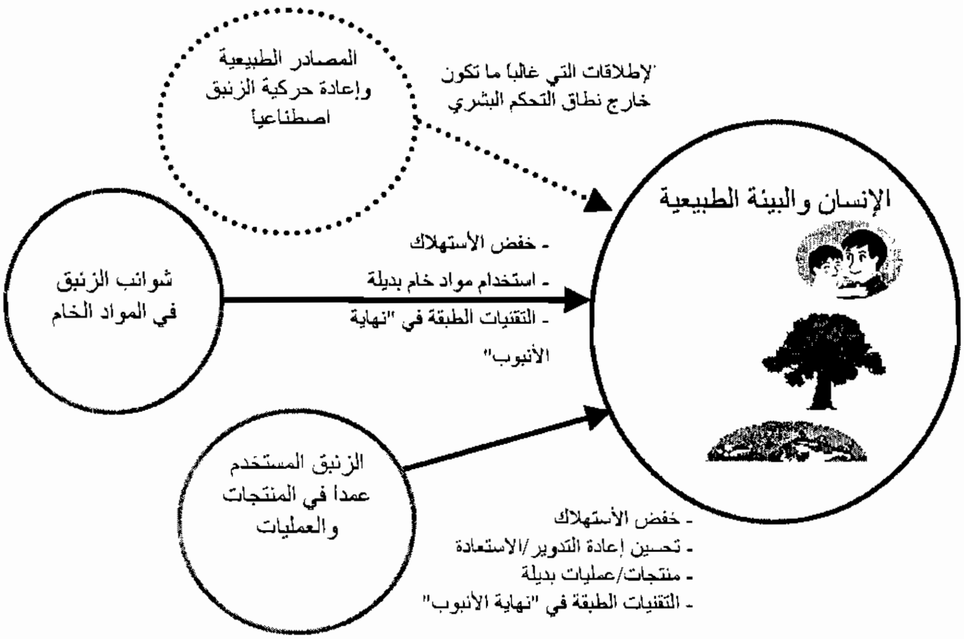
(و) سحب الزئبق الزائد من خلال ترتيبات إدارة النفايات طويلة الأجل (التخزين النهائي).

(ز) منع إطلاقات الزئبق في البيئة من خلال إدارة مبيدات الآفات البالية أو نفاياتها والمواد الكيماوية المحتوية على الزئبق.

(ح) تعزيز الالتزامات القانونية الرامية إلى تشجيع منتجي المواد، التي يدخل فيها الزئبق على تحمل مسؤولية المعالجة الكافية للنفايات، والتخلص النهائي من منتجاتها.

(ط) خفض أو منع حرق المنتجات والمواد والنفايات المحتوية على الزئبق.

يوضح الشكل التالي فئات الإطلاقات للزئبق مع الأنواع الأساسية من آليات التحكم الممكنة.



شكل (٤-٣) مخطط يبين المصادر الأساسية لإطلاقات الزئبق في البيئة، وخيارات التحكم الرئيسية.

التلوث بالكادميوم

وهو فلز كان حتى مطلع القرن العشرين شيئا جديدا ولكنه يستخدم اليوم بشكل كبير، وعلى نطاق واسع في كثير من الصناعات وتكون فضلاته أو مخلفاته الصناعية مصدرًا رئيسيًّا لتلوث البيئة.

وجوده: يوجد قسم كبير منه في التربة والهواء والماء ويرجع ذلك إلى النشاطات البشرية والذي يقدر بنحو (٧٠٠٠) طن سنويًّا، ومصادره الرئيسية هي الأسمدة الفوسفاتية والأوساخ المنزلية، ويعادل ذالك نحو ١٠ أضعاف مصادره الطبيعية، وحيث إن الكادميوم يدخل التربة، فإنه يمكن أن يظل فيها لعدة سنوات يترك فيها آثارًا من الحموضة.

أما عن أهم الصناعات التي يستخدم فيها الكادميوم فهي صناعات البلاستيك والبطاريات ، كما يختلط بالمعادن الخام ، مثل الزنك والنحاس والرصاص ، ولذلك فإن الكادميوم يتواجد في التربة والماء القريبة من المصانع التي يصهر فيها المعادن التربة الزراعية بالكادميوم. ويعتبر الكادميوم من المعادن التي تلوث التربة والماء والمحاصيل الزراعية التي تستهلك على نطاق واسع مثل الأرز والقمح. ولقد دلت الدراسات على إن تلوث التربة والماء بالكادميوم يؤدي إلى إصابة الإنسان بأمراض الكلية والرئة والقلب والعظام.

وتحتوي مياه الشرب عادة على تركيز منخفض جدًا من الكادميوم، وإن كانت مياه الآبار تحتوي على تركيزات مرتفعة من الكادميوم. ويزداد تركيز الكادميوم في الماء اليسر وذات الرقم الهيدروجيني المنخفض .

مصادر التعرض للكادميوم:

- الانبعاثات من المصادر الطبيعية.
- المناجم (الزنك...).
- (البحر) الغذاء.
- تدخين التبغ.
- لعب الأطفال.
- المخلفات مثل اللعب الملوثة بالكادميوم.
- البطاريات التي لم يتم التخلص منها بطريقة ملائمة:
  - مدفن القمامة (التسرب).
  - الحرق..
  - الحرق في الهواء الطلق.
- أسمدة الفوسفات:
  - يمكن أن يدخل عنصر الكادميوم في الغذاء.

- يمكن أن تجمع بعض أنواع النباتات كميات كبيرة من الكادميوم (أستراليا).

- الخلايا الشمسية (كلوريد كادميوم).
- احتراق الوقود الأحفوري.
- غبار الطريق ربما المنبعث من إطارات السيارة.
- صبغات الألوان التي تعتمد على الكادميوم، وخاصة في الدول التي ليست عضوًا في منظمة التعاون والتنمية الأقتصادية.
- إحراق البخور.

فالكادميوم من المعادن غير الأساسية للحياة، أي إنه غير ضروري أبدًا لجميع وظائف الحياة في الجسم، وتؤكد جميع الدراسات والأبحاث أنه شديد السمية ويضر بجميع الكائنات الحية، وليس له أي دور حيوي، وخطورة هذا المعدن تتمثل في أن الكميات الضئيلة للغاية التي تدخل في الجسم في حدود عشرات الميكروجرامات، وربما تراكم في الكليتين والكبد، فهذه الأعضاء تعتبر كمخازن للكادميوم.

أخطار الكادميوم

إفساد وظائف الكلى: فإذا تراكم الكادميوم في الكليتين ووصل تركيزه إلى الحدود الحرجة فإن ذلك سيضر بهما ويفسد وظائفهما وربما تصل مرحلة الضرر إلى الفشل الكلوي وغالباً ما تحدث أمراض الكلى المزمنة عندما يصل تركيز الكادميوم في الكلى من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملجم/ كجم.

ويتخلص الجسم من الكادميوم عادة ببطء عن طريق البول أساساً، وهذا التخلص يرتبط بنوعية الغذاء.

ارتفاع ضغط الدم: هناك أدلة تدل على حدوث نمط ضغط الدم بعد تعرض فموي منخفض المستوى طويل الأجل، ويشير أحد أهم المراجع العلمية في علم التسمم إلى أن

الدراسات في علم الأوبئـــة تدل على أن الكادميوم يُعتبر عاملاً مسبباً لمرض ضغط الدم الحقيقي (Essential Hypertension).

تضخم القلب: يؤثر تراكم الكادميـوم في الجسم على **القلب** ويسبب تضخمه.

الهيكل العظمي: تؤثر سمية الكادميوم على عملية تأيض الكالسيوم أي استقلابه (Metabolism).

مرض إتي إتي: قد يتسبب شرب الماء الملوث بتركيز عال من الكادميوم في الإصابة بمـــرض، يُطلـــق عليه مـــرض إتي إتي (itai itai disease)، وقد أدى شرب الماء الملوث بالكادميوم إلى إصابة بعض اليابـــانيين بهذا المرض، ويتميز هذا المرض بأعراضه الروماتيزمية المصحوبة بآلام مبرحة في العظام، نتيجة افتقارها إلى المعادن، فتصبح العظام لينة كالأنسجة نفسها.

فقر الدم: تؤدي زيادة كمية الكادميوم المتراكمـــة في الجسم إلى حالة فقـــر الدم.

الجهاز المعدي المعوي: إن شراباً – مثلاً- يحتـــوي على كمية بسيطة من الكادمـــيوم في حـدود ١٦ ملغم/ لتر يكفي لإصابةالإنسان بالغثيـان، والتقيـؤ والإسهال، والتهاب غشاء القولون المخاطي.

وأوصت منظمة الصحة العالمية ألا يزيد المدخول اليومي للكادميوم للشخص البالغ عن ٥٠ مليجرام. وقدرت الجرعة المميتة بعدة مئات من المليجرامات . وقد أوصي ألا يزيد محتوي الكادميوم في مياه الشرب عن ٠.٠٥ مجم / لتر كحد أقصي.

الزرنيخ

تستخدم مركبات الزرنيخ كمبيدات للآفات، وكمواد حافظة للأخشاب وكملونات للزجاج والسيراميك وفي علاجات الحيوانات. ويستهلك معظم الزرنيخ في صورة أكسيد ثلاثي، وبصورة رئيسية في تصنيع المواد الحافظة للأخشاب المعالجة بالضغط. وهذه الأشياء لا يحتمل أن تصبح مصادر لمواد يمكن إعادة تدويرها.

وقد عرفت مركبات الزرنيخ منذ العصور القديمة وقد تم فصله بهيئته المعدنية منذ أكثر من سبعمائة عام مضت. ويعتبر عنصر الزرنيخ غير العضوي سامًا بشكل حاد وسريع. وقد استخدم القتلة تلك الخاصية في قتل الضحية قتلاً بطيئًا بأسباب تبدو طبيعية؛ لأن الجرعات الكبيرة - التي تفوق بكثير الموجودة في بالماء - تسبب التدهور السريع والوفاة . أما التعرض البطيء، كما يحدث في تلوث المياه بكميات ضئيلة يسبب آثاراً متعددة، بعيدة المدى. وتحتاج آثار التسمم بالزرنيخ إلى عدد من الأعوام (وبالتحديد من ٥-٢٠ عاما) كي تظهر.

تتلوث التربة ومصادر الماء بالزرنيخ في الأماكن القريبة من مصانع صهر المعادن مثل النحاس والرصاص والزنك ، ويعتبر احتراق الفحم واستعمال مبيدات الآفات، التي تحتوي على عنصر الزرنيخ من أهم مصادر تلوث التربة والماء بالزرنيخ.

ويؤثر الشكل الكيميائي للزرنيخ على امتصاصه ، فنرى أن عنصر الزرنيخ يمتص بمعدل منخفض جدًا بينما مركبات الزرنيخ اللاعضوية ثلاثية وخماسية التكافؤ تمتص بسهولة . وعند التعرض للزرنيخ، فإنه يدخل الدم ثم إلى الكبد والكلي والطحال والعضلات كما توجد كميات صغيرة منه في الرأس والأظافر والشعر . وتتوقف كمية الزرنيخ على الشكل الكيميائي والفيزيائي للمركب وطريقة دخوله إلى الجسم والجرعة ومدة التعرض والعمر والجنس للفرد المتعرض .

التعرض المهني لعنصر الزرنيخ فهو أساسًا عن طريق الاستنشاق، وقد أبلغ عن زيادة مخاطر الإصابة بسرطان الرئة في حالات التعرض التراكمي لمستوي ٠,٧٥ مجم أو أكثر من الزرنيخ لكل متر مكعب. وقد يمتد هذا إلى نحو خمسة عشر عاما من التعرض في غرفة العمل إلى تركيز خمسين ميكرون لكل متر مكعب. كما وجد أن التبغ يتفاعل مع عنصر الزرنيخ في زيادة مخاطر التعرض لسرطان الرئة. والعلاقة بين عنصر الزرنيخ وتأثيره على حدوث بعض الأمراض مثل السكري وأمراض الدماغ الوعائية، ليست واضحة تمامًا، نظرًا للتعرضات المتعددة لهذا العنصر وكذلك تفاعله مع التعرضات السامة الأخرى.

الزرنيخ غير العضوي أكثر سمية من الزرنيخ العضوي، ويشمل التسمم الحاد بالزرنيخ إصابة الجهاز العصبي المركزي، كما يمكن أن يصاب الجهاز الهضمي والعصبي والتنفسي والجلد بإصابات شديدة، وتسبب إلى ألم ووهن العضلات وإصابات جلدية والأعصاب.

وأوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز ٠.٠٥ مجم / لتر للزرنيخ كحد أقصي في مياه الشرب.

الكروم

يتعرض الشخص لمعدن الكروم من خلال التنفس، الطعام أو الشراب أو بالتلامس الجلدى لمعدن الكروم أو مركباته. معدلات الكروم فى المياه أو الهواء بوجه عام قليلة جدًّا، إلا أن مياه الآبار الملوثة به تحتوى على "الكروم ٦".

معظم ما يتناوله الفرد من هذا المعدن من خلال الأطعمة هو "الكروم ٣" الثلاثي ، والمتوافر بشكل طبيعى فى الخضراوات والفاكهة واللحوم والخميرة والحبوب. وطريقة تحضير الأطعمة والتخزين من الممكن أن تغير محتوى الكروم ونسبه، فإذا تم تخزين الكروم فى تنكات أو علب حديدية فإن تركيزاته قد ترتفع.

هذا النوع من الكروم مهم لصحة الإنسان ، وعدم حصول الإنسان على القدر الكافى منه يسبب اضطرابات للقلب، واضطرابات فى عملية الآيض (التمثيل الغذائى)، الإصابة بالسكر. والكميات الزائدة منه تسبب اضطرابات صحية أيضاً مثل الطفح الجلدى.

الكروم "٦" ضار لصحة الإنسان ويمثل خطورة على الأشخاص التى تعمل فى مجال صناعة الصلب والمنسوجات.

أما الأشخاص التى تدخن التبغ، فتتعرض لنسب كبيرة من معدن الكروم، وعند استخدامه فى الجلود قد يكون هناك رد فعل من الحساسية عند بعض الأشخاص مثل الطفح الجلدى. كما أن تنفسه يسبب اهتياجًا للأنف ونزيفًا منها.

أما المخاطر الأخرى المرتبطة بهذا المعدن:

- الطفح الجلدى.
- اضطرابات المعدة والقرح.
- اضطرابات فى التنفس.
- ضعف فى كفاءة الجهاز المناعى.
- ضمور فى الكلى والكبد.
- تغير فى المواد الجينية.
- سرطان الرئة.
- الموت.

وهذه المخاطر تعتمد على حالة التأكسد. والصورة المعدنية له تكون درجة سميتها ضئيلة، أما النوع السادس فهو سام.

وأوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز ٠.٠٥ مجم / لتر للكروم الكلي كحد أقصى في مياه الشرب.

٤-٢-٢. التحكم في التلوث البيئي بالعناصر الثقيلة

سن أهم الطرق العلاجية للتحكم في التلوث البيئي بالعناصر الثقيلة هو معالجة وتنقية مياه الصرف الصناعي للصناعات المختلفة من العناصر الثقيلة.

إزالة العناصر الثقيلة من مياه الصرف الصناعي كإحدى طرق التحكم في التلوث البيئي .

تعد المعالجة الكيميائية من أفضل الطرق لإزالة المواد السامة مثل العناصر الثقيلة ، وتختلف المعالجة الكيميائية باختلاف الصناعة فتعالج مخلفات الطلاء غير المحتوية على مركبات السيانيد أو الكرومات برفع قيمة الأس الهيدروجيني باستخدام الجير أو الصودا الكاوية لمعادلة ما بها من أحماض وترسيب ايونات المعادن، على هيئة هيدروكسيدات أو أملاح قاعدية .

إزالة العناصر الثقيلة بالترسيب الكيميائي

نظرًا للتأثير الضار للعناصر الثقيلة على الموارد المائية فان هناك معايير لتركيزها في مياه الصرف الصناعي عند صرفها على المجاري المائية أو في شبكات الصرف الصحي . وقد تتطلب الحاجة إزالة العناصر الثقيلة من مياه الصرف الصحي المعالجة، وذلك عند استخدام هذه المياه في أغراض الري والزراعة .

وهناك عدة طرق لإزالة العناصر الثقيلة من المياه من أشهرها عمليات الترسيب الكيميائي ،فالترسيب العادي يسهم فقط في التخلص من ٣٠ إلى ٤٠ ٪ من العناصر الثقيلة في مياه الصرف ، بينما الترسيب بالكيماويات مثل الجير مثلاً يسهم في التخلص من حوالي ٨٠ ٪ منها . وهذا يتضح من الجدول التالي :

جدول (٤-٣)

الترسيب الكيميائي لبعض العناصر الثقيلة

العنصر	تركيزه في مياه الصرف	نسبة الإزالة بالترسيب العادي ٪	نسبة الإزالة بالترسيب الكيميائى (باستخدام الجير)٪
الحديد	٦.٣	٤٨	٨٠
النحاس	٠.٦	٢٨	٦٠
الكروم	٠.٣٤	٤٠	٥٨
الرصاص	٠.١٢	٣٣	٥٥
الزئبق	٠.٠٢٨	١٥	٥٠
النيكل	٠.٠٨	١٥	١٥
الزنك	٠.٧	٣٨	٧٠

ترسيب العناصر الثقيلة بالقلويات

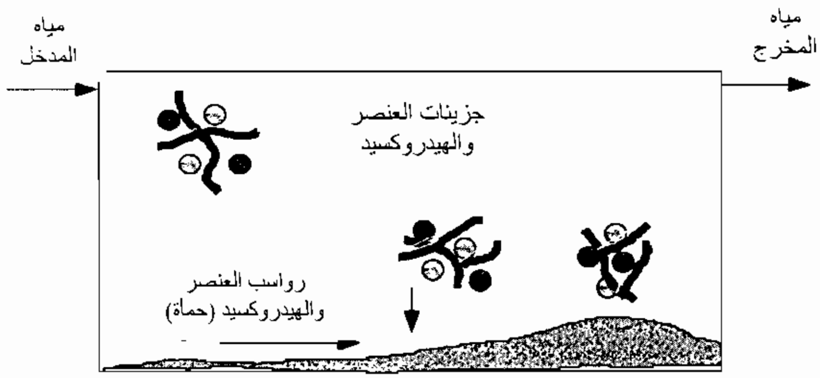
ويعد الترسيب باستخدام القلويات من اشهر وأهم الطرق التي تستعمل لترسيب العناصر الثقيلة وأهم القلويات المستخدمة هي الهيدروكسيدات مثل هيدروكسيد الصوديوم والكالسيوم .

حيث يعتمد ترسيب العنصر على قيمة الرقم الهيدروجيني الموجودة وبالتالي فان وجود المادة القلوية يوفر الظروف المناسبة لترسيب العناصر الثقيلة على هيئة هيدروكسيدات العنصر الثقيل ، وطريقة الترسيب بالقلويات يمكن أن تخفض من تركيز العناصر الثقيلة في الماء ليصل إلى ٢ مليجرام لكل لتر أو اقل . فعادة المعادن الثقيلة تذوب في الأحماض المعدنية كحمض الهيدروكلوريك وتترسب في وجود القلويات، ومن ثم فإن ارتفاع الرقم الهيدروجيني بفعل إضافة القلويات يعمل على ترسيب العناصر الثقيلة كهيدروكسيدات ،ولكل عنصر من العناصر الثقيلة مجال معين من الرقم الهيدروجيني يترسب خلاله على صورة هيدروكسيد.

والمعادلة الاتية تبين ترسيب المعادن كهيدروكسيد :

Metal + Hydroxide (from caustic $\longrightarrow$ Metal Hydroxide Precipitates

والصورة التالية توضح تكون هيدروكسيد المعدن بإضافة القلوي حيث يتضح فيها اتحاد العنصر مع القلوي مكونًا الهيدروكسيد الذي يترسب مكونًا رواسب من اتحادات العنصر والهيدروكسيد وتخرج المياه نقية بدون العنصر المراد إزالته.



حوض ترسيب يتكون فيه ترسيب لرواسب العناصر الثقيلة والهيدروكسيدات بدون حواجز داخل الحوض ولا يوجد أي إضربات تموجية لتدفق الماء داخل الحوض

شكل (٧-٥): ترسيب العناصر الثقيلة بالقلويات.

مثال لترسيب العناصر الثقيلة بالعمليات الكيميائية

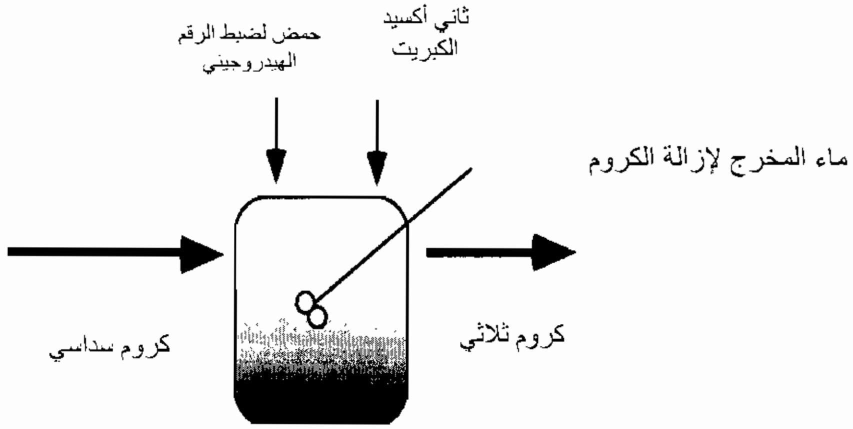
اختزال الكروم السداسي

لكي يتم ترسيب الكروم بالهيدروكسيد، لابد من اختزال الكروم السداسي التكافؤ إلى الكروم ثلاثي التكافؤ لأن الكروم السداسي لا يرسب كهيدروكسيد مع إضافة القلوي. ولهذا يمكن تحويل الكروم السداسي إلى كروم ثلاثي بالاختزال الكيميائي .

أ - يتم اختزال الكروم أولاً بتخفيض الرقم الهيدروجيني بواسطة حمض الكبريتيك إلى رقم ٢ ثم اختزال الكروم السداسي إلى ثلاثى باستخدام ثاني أكسيد الكبريت أو كبريتات الصوديوم.

ب- بعد ذلك يرسب الكروم كهيدروكسيد كما تبين المعادلة التالية.

$$Cr^{+3} + 3OH^{-} \longrightarrow Cr(OH)_3 \downarrow$$



شكل (٤-٣): مخطط لاختزال الكروم السداسي إلى ثلاثي .

٤-٣. التلوث البيئي بالملوثات العضوية الثابتة

الملوثات العضوية الثابتة هي مركبات عضوية أساسها عنصر الكربون، قد تكون من صل طبيعي أو تكوين صناعي، ولها خصائص طبيعية وكيميائية تتضمن مقاومة التحلل ي البيئة (ثابتة)، السمية، التراكم إحيائيًّا، والانتقال عن طريق الهواء والماء والأنواع لمهاجرة عبر الحدود، وتستقر بعيدا عن مكان إطلاقها حيث تتجمع في النظم لأيكولوجية والأرضية والمائية. ولها تأثير خطر على صحة الإنسان و البيئة.

POPs هي اختصار للعبارة الإنجليزية Persistent organic pollutants أي لملوثات العضوية الدائمة (الثابثة) التي تمثل مجموعة من أخطر الملوثات المعروفة في لعالم.

٤-٣-١. سمية الملوثات العضوية الثابتة

الملوثات العضوية الثابتة هي مركبات كيماوية عالية السمية، تقاوم التحلل، متطايرة ،تنتشر في الهواء عبر آلاف الأميال وهي شحيحة الذوبان في المياه وسهلة الذوبان في لشحوم والدهون؛ مما يساعد على تراكمها في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية البحرية ،البرية ، وهي تسبب السرطان وتدمر الهرمونات وجهاز المناعة، وأشد تأثير لها على لحوامل والأطفال، حيث تؤثر على نمو الجهاز العصبي للجنين. ومما لاشك فيه أن لكيماويات قد لعبت دورًا مهمًّا في تطور المجتمعات البشرية من خلال استخدامها في كافة الأنشطة العلمية والصناعية والزراعية والبترولية، والعلاجية والتجارية، والحربية، والمنزلية، كما ساعدت الكيماويات على ارتقاء مستوى الحياة، كما أدت في نفس الوقت إلى تعرض صحة الإنسان وبيئته إلى مخاطر كثيرة . وتضم الملوثات العضوية الثابتة ١٢ ملوثا، حيث تسمى (بالدستة القذرة، وتشمل ١٠ مبيدات زراعية، وهي (الدرين –أندرين – كلوردان – د.د.ت – ميركس – ديلدرين – هيبتا كلور– توكسافين – ميكا كلوروبنزين – بي.سي.بي) ومادتين كيميائيتين هما (ديوكسين– فيوران)

ويتعرض الإنسان للملوثات العضوية الثابتة عن طريق:

- المأكولات من الحبوب والبطاطس والفواكه والخضروات وثمار الموالح التي تنمو في تربة ملوثة .
- مأكولات الأسماك أو الكائنات البحرية أو الطيور أو اللحوم الملوثة .
- منتجات الألبان، ورضاعة ألبان من أمهات تعرضن للملوثات .
- شرب مياه من مصادر ملوثة .
- الإقامة بالقرب من مصانع إنتاج الكيماويات .
- الإقامة بالقرب من أماكن حرق المخلفات .
- الامتصاص عن طريق الجلد أو الطعام أو الشرب أو الاستنشاق .

٤-٣-٢. ثبات وانتقال الملوثات العضوية الثابتة

تستطيع POPs أن تنتقل آلاف الأميال في رحلات معقدة عبر الهواء والتيارات المائية ومن خلال الشبكة الغذائية، حتى أصبح استخدام إحدى الدول لها مشكلة للعالم أجمع؛ حيث اكتشف العلماء نسبًا مركزة من هذه الملوثات في مناطق، هي أبعد ما تكون عن مناطق استخدامها، فمثلاً وجد العلماء مادة "التوكسافين" في أسماك بحيرات القطب الشمالي الكندي، في حين أنها لم تستخدم قط في أي منطقة قريبة منها. كما وجدت ملوثات دائمة في طيور "القطرس" المقيمة على جزيرة "ميدواي" المنعزلة في وسط المحيط الهادي، كما أن بطاريق "آنتاركتيكا" أصبحت ملوثة بإحدى نتائج تحلل مادة "الكلوردين" وملوثات دائمة أخرى .

كما قلنا فإن الملوثات العضوية الدائمة ذات سمية عالية، ولا تقتصر سمّيتها على التركيزات العالية منها فقط التي تتسبب في الوفاة أو في أمراض خطيرة، بل إن التركيزات الضعيفة منها تتسبب في مشكلات عديدة للبيئة ولصحة الإنسان ؛ لدرجة أن تركيزًا من هذه الملوثات يصل فقط إلى جزء من ترليون يؤثر على درجة ذكاء الإنسان، كما أن هذه الملوثات تقوم بتعطيل الغدد الصماء، ويكون التأثير سيئًا إذا تعرض الجنين لها وهو في بطن أمه؛ حيث تؤثر من خلال تعطيلها للغدد الصماء على نمو الجنين بالإضافة إلى تأثيرها على قدرته على التعلم، ومقاومته للأمراض وللإنجاب مستقبلاً .

أما كونها دائمة فبسبب عدم تحللها بالطرق المعروفة الطبيعية من تعرض للضوء والتفاعلات الكيميائية والعمليات الحيوية التي كانت ستحيلها إلى مواد غير ضرة. بل على النقيض فإن مادة الـ DDT مثلا تتحول إلى مادة الـ DDE في جسم الإنسان التي تعتبر أكثر استقرارًا ودوامًا من المادة الأصلية، لا يستطيع جسم الإنسان أن يتخلص من هذه المواد إلا عن طريق الرضاعة؛ وبالتالي تستمر هذه المواد في التركيز في جسم الإنسان على مدى السنين .

من ضمن أكبر مخاطر POPs على صحة الإنسان آثاره السيئة على الجنين والطفل الرضيع. فأثناء حياة أية امرأة تستمر هذه الملوثات في التركيز في الأنسجة الدهنية. وبسبب متطلبات الحمل والرضاعة التي تتسبب في تكسير الخلايا الدهنية من أجل الاستفادة بها تغرق دورتها الدموية في وقت قصير بكل الملوثات التي تراكمت في الأنسجة الدهنية على مر السنين التي تمر بالتالي على الجنين أو تفرز في اللبن إلى الطفل الرضيع، وبالتالي يتعرض الإنسان إلى هذه الملوثات في مرحلة حساسة جدًّا من حياته .

تؤثر الملوثات العضوية الدائمة على الجهاز المناعي للإنسان وعلى جهازه العصبي، كما أنها تتسبب في مشكلات سلوكية له بالإضافة إلى تأثيرها على الإنجاب .هناك دراسة أقيمت في السويد أثبتت أن هناك علاقة بين كميات الـ PCBs والدايوكسينات والفيورانات في غذاء الإنسان وانخفاض ملحوظ في أعداد الخلايا الطبيعية القاتلة natural killer cells التي تلعب دورًا مهمًّا في مقاومة السرطان. كما أثبتت دراسة كندية أن تعرض الأطفال للملوثات العضوية الدائمة يعرضهم للإصابة بالالتهابات بنسبة ١٠ إلى ١٥ مرة أكثر من غيرهم، ودراسة هولندية وجدت أن هناك تأثيرًا لـ POPs على نمو الجهاز المناعي للطفل الذي قد يتسبب في مشكلات مستقبلية من إخماد المناعة immune suppression والحساسيات والإيدز .

قدم منتدى الحكومات للأمان الكيميائي IFCS في عام ١٩٩٦ تقريرًا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ، يقرر فيه أنه لا بد من إجراءات عالمية للتقليل من آثار اثنتي عشرة مادة ملوثة عضوية دائمة على صحة الإنسان والتي تعرف بالدستة القذرة كما ذكرنا من قبل. ومن ضمن المشكلات التي على تلك الحكومات معالجتها إيجاد بدائل لتلك المواد التي تستخدم كلها كمبيدات حشرية سواء زراعيًّا أو لإبادة الناموس. فمثلا في الدول الحاضنة لمرض الملاريا ما زال استخدام الـ DDT منتشرًا، فما زالت دول أفريقيا والهند والاتحاد السوفييتي السابق تستخدم الكثير من الملوثات العضوية الدائمة لإبادة الحشرات والناموس .

مشكلة أخرى هي الملوثات القديمة المخزونة بشكل غير سليم، التي لابد من التعرف على أماكنها وتجميعها وتدميرها بشكل سليم حتى لا تؤثر على البيئة .

إن مشكلة الملوثات العضوية الدائمة مشكلة عالمية وبالتالي لابد لها من حل عالمي. ولن تكفي اتفاقية عالمية بل لابد من تعاون جميع الحكومات والمؤسسات الصناعية والجمعيات الأهلية والمستهلكين؛ لمنع استخدام هذه المواد الضارة بالبيئة وبالإنسان وبالحيوان

اتفاقية استوكهلم للحد من الملوثات العضوية الثابتة

تحدد اتفاقية استوكهلم للملوثات العضوية الثابتة التدابير الوقائية من مخاطر هذه الملوثات، وتتلخص أهم عناصرها فيما يلي:

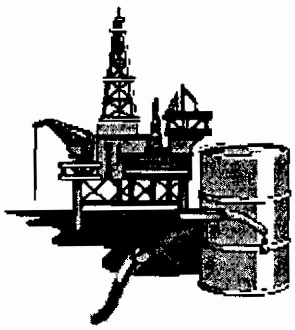
- تحديد وإنشاء نظم للمراقبة والرصد للملوثات العضوية الثابتة .
- التوعية بها وبمخاطرها على كافة المستويات .
- تطوير استخدام نظم الإدارة المتكاملة للمبيدات، واستخدام بدائل أقل خطورة.
- استبدال هذه المواد التي تستخدم في الصناعة ببدائل أقل خطورة .
- استخدام التكنولوجيا الأنظف (قليلة النفايات) .

- إيقاف الحرق المكشوف والحرق غير المحكوم للنفايات .
- التقليل إلى أدنى حد من تولد النفايات الخطرة، وإعادة تدويرها .
- استخدام طرق محسنة لتنظيف غازات المداخن، مثل: الترميد الحراري، الامتصاص وتعديل تقسيمات العمليات لتحسين الاحتراق .
- الإلزام والالتزام بالقوانين والتشريعات البيئية ذات الصلة .

وتطالب الاتفاقية الدول بوضع برامج وطنية للتخلص من المخزون لديها من الملوثات العضوية الثابتة .

٤-٤. التلوث بالنفط والمشتقات النفطية

تعد مشكلة تلوث المياه بالنفط مشكلة حديثة نسبيًّا، إذ لم تبدأ في الظهور إلا في النصف الثاني من القرن العشرين. ويأتي في مقدمة الأسباب التي تؤدي إلى تلوث المياه بالنفط حوادث صهاريج نقل النفط، وتسرب النفط من آبار النفط وأنابيب النقل.



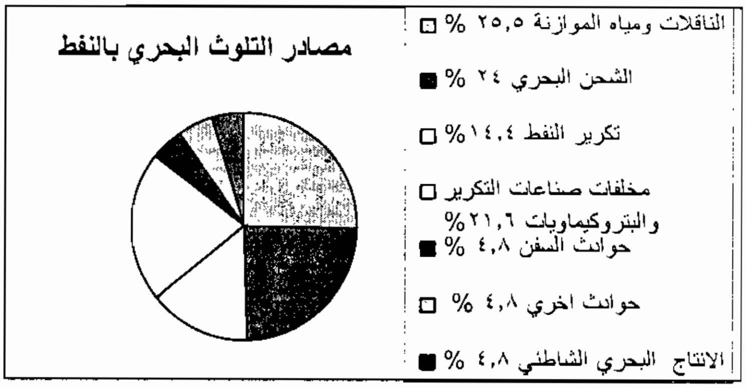
٤-٤-١. مصادر التلوث بالنفط

هناك العديد من المصادر المسئولة عن التلوث البحري بالنفط ومنتجاته، واهمها الاتي:

- إفراغ ماء التوازن لناقلات البترول في البحر .
- الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتنقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.

- تسرب النفط إلى البحر أثناء عملية التحميل أو التفريغ في الموانيء النفطية.
- اشتعال النيران و الحرائق بناقلات النفط في عرض البحر.
- تسرب النفط الخام بسبب حوادث التآكل .
- التسرّب بانفجار آبار النفط في البحر أو بأجهزة إنتاج النفط الموجودة في البحر أو على الشواطئ أو حدوث تآكل كيماوي في خطوط أنابيب النفط البحرية.
- الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض حيث تسبب ناقلات النفط وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار و المحيطات بمعدل يصل إلى ٢ مليون طن سنويًّا، على الرغم من أنه تبين أن الحوادث البحرية الواقعة لناقلات النفط لا تساهم في هذا التلوث إلا بما لا يزيد على ٤.٨ ٪ فقط.
- تسرب النفط إلى البحر أثناء الحروب كما حدث في حرب الخليج الثانية.

والشكل التالي يبين مصادر التلوث البحري بالنفط ومساهمة كل مصدر ونسبته المئوية في هذا التلوث . ونلاحظ من الشكل أن تسرب المياه من الناقلات ومياه الاتزان لهذه الناقلات يشكلان النسبة الأكبر من مصادر التلوث النفطي للبحار والمحيطات (٢٥.٥ ٪) .



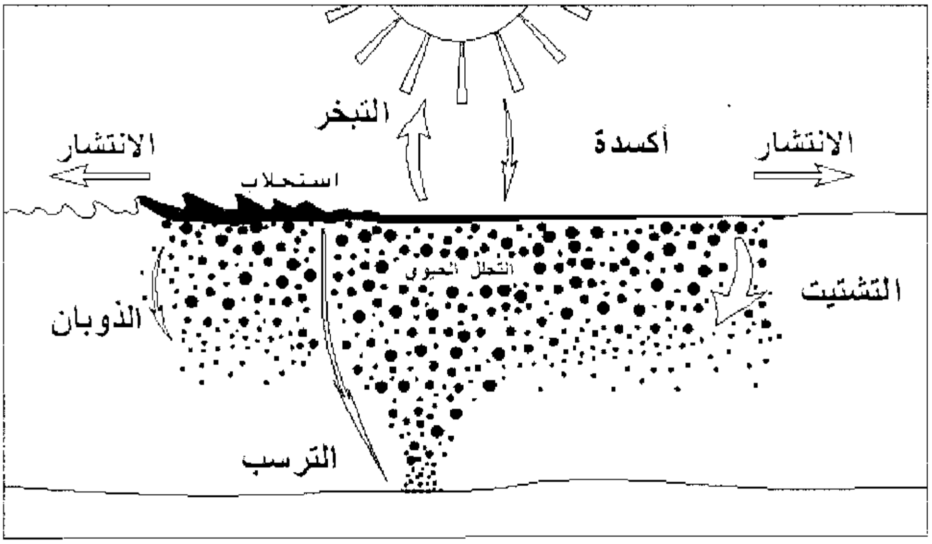
ويعد النفط المنتج من المناطق الشاطئية مسئولاً عن ٥٪ فقط من كمية النفط الكلية التي تدخل البيئة البحرية، وتتضمن أيضًا كلاًّ من الموانيء التجارية وموانيء الشحن

والشواطيء الملاحية والمنشأت الشاطئية من أهم مصادر انسكاب وتسرب النفط للبحار والمحيطات . وتؤدي عمليات إنتاج وتوزيع ونقل النفط إلى دخول النفط للنظام البيئي مثل: الغلاف المائي (البحار والمحيطات غالبًا) والغلاف الصخري (اليابسة) والغلاف الجوي .

وقد قدر إجمالي كميات النفط المتسرب والمتدفق للبيئة ب ٦٥ – ٩٠ مليون طن، أي حوالي من ٢.٤ -٣.٣٪ من إجمالي إنتاج النفط في العالم (Connel 1981).

٤-٤-٢.مسار وحركة النفط في البيئة البحرية

النفط المنسكب في البحر ينتشر ويتوزع طبيعيا في المياه ، وهذا الانتشار ينتج عن كثير من العمليات الفيزيائية والكيميائية والتي قد تغير من خواص الزيت عن صورته قبل وصوله للماء وتلامسه مع البيئة البحرية .وكل العمليات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للزيت تسمى عمليات تجوية الزيت Oil Weathering، فبعض هذه العمليات يشمل انتشار الزيت في الماء ، وبعضها يشمل تبخر جزء من الزيت من سطح البحر، بينما هناك عمليات أخرى مثل تكون مستحلبات مستقرة ثابتة مع الماء



شكل (٤-٤): مخطط التلوث بزيت البترول ومسار الزيت والمركبات البترولية داخل وعلى سطح البحر.

وانتشار الزيت داخل البيئة البحرية يعتمد على خواص الزيت نفسه فالمنتجات الخفيفة مثل الكيروسين والجازولين تميل للتبخر، وتسمى هذه الزيوت بالزيوت الخفيفة الغير ثابتة، وعلى العكس هناك زيوت ثابتة مثل النفط الخام تنتشر ببطء شديد في البيئة البحرية وتمكث فترات طويلة داخل الماء وذلك لكثافتها العالية .

وعموما هناك ثماني عمليات رئيسية تتم وتحدث عند انسكاب النفط في البحر:

١ - **الانتشار والتوزع** وهو يحدث فور وقوع الانسكاب ويعتمد على حركة الرياح والتيارات البحرية وحركة الأمواج وشدتها.

٢ - **التبخر** يحدث تبخر بنسبة ٣٠ – ٣٥ ٪ كحد أدنى خلال ٢-٣ أيام من بدء الانسكاب بسبب احتواء الزيت المنسكب على مواد خفيفة سهلة االتطاير وخاصة بتأثير درجة حرارة الشمس وحسب المساحة السطحية المتوزعة.

٣ - **التشتت** ويحدث داخل ماء البحر فتتشتت الملوثات داخل المياه.

٤ - **الاستحلاب** (تكوين مستحلبات) يتشكل مستحلب الزيت النفطي بالماء أي مزج الزيت بالماء وتستغرق هذه العملية عدة أيام فتشكل محلولاً غرويًّا متجانسًا يقاوم تاثير المواد المشتتة عند رشها على البقعة النفطية. .

٥ - **الذوبان** وهو يحدث لبعض المواد الموجودة في الزيت التي تذوب في الماء فهناك مشتقات نفطية قابلة للذوبان والانتشار في الماء بعد فترة تفقد ماهيتها بنسبة ٢٠- ٢٥ ٪ خلال ٢يوم وتقل سماكة البقعة النفطية بنسبة ٢٠.٪ .

٦ - **الأكسدة** . تتعرض البقعة النفطية الزيتية على سطح البحر لعوامل جوية مباشرة أهمها الأوكسجين الجوي وأشعة الشمس، فتتأكسد البقعة السطحية منها، وتمتص الأشعة مما يزيد من عملية الأكسدة وبذلك يزول من البقعة ما نسبته ١٠٪ من حجمها بالتأكسد إذا كانت هناك شدة إشعاع شمسي قوية، ويقل التأكسد في عدم وجود أشعة شمسية.

٧ - **الترسب والغوص** يعتمد على التداخلات الجيوكيميائية وتكون بنسبة ترسب قليلة جدا من ٣-٥ ٪ من حجم البقعة حسب نوع المياه نهر أو بحر أو بحيرة ، وغالبًا تغوص المركبات الثقيلة الكبيرة الحجم.

٨ - **التحلل الحيوي** (البيولوجي) نسبته ٥٪ من حجم الزيت المنسكب بحسب الظروف الجوية من حرارة مناسبة وتهوية لتجعل الأحياء الدقيقة والبكتريا تكسر جزيئات النفط لأنه هناك على المدى البعيد جدًّا تستطيع هذه الكائنات الحية من استخدام المشتقات النفطية كمصدر للكربون، تتغذى عليه وتساهم في تحليل النفط لعناصره الأولية ،وهناك ظروف بيئية، مثل: توافر الكائنات الدقيقة المحللة وتوافر المواد المغذية لها والتهوية الملائمة ليتم ذلك، وعلى الرغم من ذلك فهناك عنصر الزمن الطويل إذا تستغرق عمليات التحلل البيولوجي أيامًا وقد تمتد لشهور .

وإذا جمعنا النسب السابقة لإزالة التلوث يكون تقريبا ٧٠-٧٥٪ ، ويبقى التلوث بنسبة ٢٥-٣٠ ٪ نفط متبقي، وبذلك تكون البيئة البحرية قد أخذ حصتها من التلوث بحسب الظروف الطبيعية والزمن اللازم ، والأمر المجدي هي أن تعالج البقعة النفطية من اللحظة الأولى للتسرب النفطي.

٣-٤-٤. تأثير التلوث النفطي على البيئة البحرية

يتعدد تأثير التلوث النفطي على البيئة البحرية، فهو يؤثر على كافة الأنشطة الطبيعية والحيوية والكيميائية لهذه البيئة وسوف نستعرض أهم التأثيرات التي يحدثها التلوث النفطي .

تأثير التلوث النفطي على كل من الأنشطة الشاطئية والتكوينات الطبيعية (الفيزيائية).

* من أهم مظاهر انسكاب النفط هو تلويثه لمساحات كبيرة من الشاطيء؛ مما يسبب الكثير من الازعاج وعدم الراحة لمستخدمي هذه الشواطيء، ويؤدي ذلك الي التأثير على الأنشطة الاستجمامية لمرتادي الشواطيء، مثل: السباحة

وركوب الزوراق للنزهات البحرية والصيد والغوص، ومالكي الفنادق والمطاعم البحرية، والذي تكون السياحة هو مصدر دخلهم يتأثرون بالتلوث النفطي .

* قد تتجمع بعض أجزاء النفط وتكون على شكل كرات صغيرة سوداء تعيق حركة الزوارق وعمليات الصيد بالشباك وتُفسد جمال الشواطئ الرملية وتتلف الأصداف البحرية والشعاب المرجانية، وبالتالي تؤثر أيضاً على الحياة السياحية.

* المركبات الزيتية الثابتة ومستحلبات الماء في الزيت تؤثر على صفاء ونقاء الماء ، كما أن النفط الخام والزيوت الخفيفة تكون قابلة للاشتعال والانفجار في منطقة الشواطيء مما يعرض المصطافين للخطر .

* كما يؤثر التلوث النفطي على محطات القوى والطاقة ومحطات تحلية المياه بالتقطير والتي تستلزم مصدر دائم للماء النقي من البحر .

ثانيًا : تأثير التلوث النفطي على الكائنات الحية

التلوث بزيت البترول يؤثر على الكائنات الحية بعدد من الطرق، تعتمد على خصائص المكونات الزيتية وتركيزاتها في الماء. وهذه التأثيرات تتراوح بين آثار ميكانيكية بسيطة إلى تأثيرات سامة. وقام العالم ميلر بقياس استجابة العديد من الكائنات المائية لتركيزات مختلفة من زيت البترول داخل الماء، وتراوحت الاستجابة بين تراكم حيوي بسيط إلى حدوث موت لبعض الكائنات. وعمومًا تتلخص بعض تأثيرات التلوث النفطي على الكائنات الحية في المظاهر الآتية:

١- للنفط تأثير خانق لمعظم الكائنات المائية وخاصة الحيوانات .

٢- كثير من الحيوانات البحرية مثل القواقع وأسد البحر وثعالب الماء تتأثر بالزيت؛ حيث إن تراكم النفط على جسم الحيوان يحرمه من القدرة على تكييف درجة حرارة جسمه الداخلية، ويسبب له تسممًا قد يؤدي إلى موته .

٣- يحتفظ جسم الطيور بحرارته من خلال حرق الغذاء المخزن في العضلات، وتفقد الطيور التي تلوثت بالزيت قدرتها على التقاط الطعام بكفاءة، ويمكن أن تموت لانخفاض درجة حرارتها.

٤- يمكن أن تتأثر كثير من الكائنات الحيوانية الوبرية مثل أسد البحر بالزيت مثل الطيور عندما يخترق الزيت النسيج الوبري للحيوان.

٥- تصاب الكائنات الحيوانية الصغيرة بالاختناق والسعال لوجود طبقات الزيت الطافية وتموت.

٦- تعتبر المواد المشتقة للتلوث القائمة على الكيروسين والمحتوية على نسبة عالية من المركبات العطرية خطرة بنوع خاص وقد عانت الكائنات الصغيرة القاعية الواقعة خارج نطاق حركة المد والجزر مباشرة أو داخله أضراراً بالغة نتيجة تسربان نفطية خفيفة أو ثقيلة وقد تستغرق عودتها إلى حالتها الطبيعية سنوات. وفي المناطق الواقعة تحت تأثير المد والجزر، قد يؤدي إلى نفوق اللافقاريات التي تتغذى بالعشب مثل (قنفذ البحر) إلى استفحال نمو الطحالب الخضراء، التي تلحق ضرراً بالنظام الإيكولوجي، وقد عزيت إلى هذه الطحالب كارثة نفوق الأسماك التي شهدتها مياه الكويت.

والنظم الإيكولوجية الساحلية أكثر تعرضاً للمخاطر؛ لأن أثر التسرب النفطي أشد وطأة في الأماكن الساحلية، التي تلتقي فيها المياه الساحلية باليابس .

ومن الجدير بالذكر بأن مصائد الأسماك الرئيسة في العالم توجد في المناطق الساحلية، و٩٠٪ من أسماك هذه المصائد تتوالد في مياه الأجراف القارية التي تشكل ١٠٪ من مساحة المحيطات .

٧- زيادة درجة التلوث في منطقة الحادث؛ حيث تعمل بقعة الزيت كمذيب، وتستخلص الكثير من المواد الكيماوية الأخرى المنتشرة في مياه البحر مثل (المبيدات الحشرية – المنظفات الصناعية – العناصر الثقيلة......) .

وتعمل الرياح وحركة الأمواج على زيادة التلوث برفع أجزاء من بقعة الزيت نحو الشاطئ وتلوث الرمال وتحيلها إلى منطقة عديمة النفع؛ لذلك تكون الشواطئ

المجاورة لخطوط نقل النفط مهددة بتسر بات نفطية لأنها تقع تحت رحمة حركة الرياح والمد والجزر والأمواج التي يمكنها دفع البقع النفطية نحوها.

٨ - قد يصحب تلوث المياه بزيت النفط نوع آخر من التلوث يشبه التلوث الكيميائي، فبعد انتشار طبقة الزيت ورقتها بمرور الزمن تستطيع أشعة الشمس اختراقها، ويتمكن أكسجين الهواء من الانتشار خلالها، وبهذا التأثير يحدث تفاعل كيميائي ضوئي؛ يشترك فيه كل من أشعة الشمس وأكسجين الهواء، ويحفزه بعض الفلزات الثقيلة الموجودة في المستحلبات المتكونة من اختلاط الزيت بالماء، وينتج عن هذا التفاعل تأكسد بعض السلاسل الهيدروكربونية التي يتكون منها زيت البترول وتحدث بعض التفاعلات لتعطي - بعد مدة من الزمن - أصنافاً جديدة من المواد الكيميائية مثل : (الكحوليات - الألدهيدات - الكيتونات - بعض المركبات الحلقية) وهي مواد لم تكن موجودة سابقًا، وتصبح في متناول كثير من الكائنات الحية؛ لأنها تتصف بصغر حجم جزيئاتها وسهولة ذوبانها في الماء وتؤدي هذه المواد السامة إلى حدوث مزيد من الضرر بالبيئة البحرية، وتكون سبباً في قتل الأسماك وغيرها من الكائنات الحية .

٩ - يؤدي نفوق المرجان إلى فقدان الشعاب المرجانية موائلها الطبيعية، ولا تتجدد غالبية الكائنات الحية في نظامها الإيكولوجي، وهذا يطيل مدة تأثير التلوث البحري بالتسربات النفطية، سواء على الشواطئ أو في عرض البحر، حتى لو اختفى النفط أو أزيل كما تتأثر الطيور البحرية، ففي المحيط المتجمد الشمالي تتأثر البيئة بالتلوث النفطي أكثر من المناطق المعتدلة لبطء عمليات تحلل النفط في ظروف البرد والظلمة .

١٠- إن المركبات النفطية الأكثر دوامًا، والتي تستغرق فترة طويلة للتخلص منها تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية، وتختزن في كبد ودهون الحيوانات البحرية، وهذه لها آثار بعيدة المدى، والتي لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد سنوات عدة .

١١- إن تلوث الأسماك يجعلها غير صالحة للاستخدام الآد. ي فعلى سبيل المثال وجد في عينة من الأسماك - تم صيدها في خليج جاكرتا في إذ ونيسيا - أن نسبة الرصاص

فيها تزيد بمقدار ٤٤٪ عن الحد المسموح به وأن الزئبق يزيد بنسبة ٣٨٪ كما ورد في تقرير منظمة الصحة الدولية .

من هنا نستنتج الآثار المباشرة وغير المباشرة للتسريبات النفطية على الإنسان وفي طليعتها نقص البروتين الغذائي اللازم لتغذية أعداد السكان المتزايدة كما أن وصول التسريبات النفطية إلى الشواطئ يضر بالسياحة من خلال التشويه لمنظر البيئة، إضافة إلى كون البحار والمحيطات مصدراً لمحطات التحلية في المناطق، التي تعاني شحًّا في إمدادات المياه العذبة .فضلاً عن أن التربة الزراعية نفسها كثيرًا ما تتأثر تأثرًا بليغًا بالتلوث النفطي لا سبيل إلى إزالة آثاره وتداعياته وعواقبه إلا بعد زمن ومشقة ومحاولات مستمرة في سبيل ذلك .

٤-٤-٤. مسارات التحكم في التلوث البترولي

يتم التحكم في التلوث البترولي من خلال مسارين اثنين مهمين هما:

الأول : التحكم قبل حدوث التلوث وهو ما يعرف بالاجراءات الوقائية لمنع حدوث التلوث .

الثاني : مكافحة التلوث الحادث، من خلال أنواع معينة من أنظمة المكافحة والتي تعتمد على طبيعة ودرجة التلوث البترولي داخل المسطح المائي .

أولاً : الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي

هناك العديد من الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي للمياه، وهذه الإجرءات تهدف إلى تقليل حدوث مسببات تسرب البترول أو المياه الملوثة بالبترول إلى البيئة المائية. ومن أهم هذه الإجراءات ما يلي :

(أ) التصميم الجيد لناقلات البترول مما يحد من عمليات تسرب البترول الخام منها أثناء رحلاتها.

(ب) الحد من التلوث بمياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات).

(جـ) تطبيق معايير الأمان والسلامة داخل المنشآت البترولية مما يقلل من حوادث الانفجار والتسرب البترولي.

(د) وضع برامج لمراقبة وفحص نوعية مياه البحر والرواسب والكائنات البحرية الحية الموجودة في المنطقة، وكذلك تبادل الخبرات ما بين بلدان العالم المختلفة وإنشاء وتدعيم المراكز الإقليمية لمكافحة تلوث النفط خاصة في البحار شبه المغلقة (البحر الأحمر - البحر المتوسط - البحر الأسود -الخليج العربي) وغيرها .

(هـ) استحداث طرق حديثة لمعالجة مخلفات الحفر البري وخاصة الوحل، وذلك بجمع المخلفات ومزجها بمواد تعمل على تثبيتها كيميائيًّا وفيزيائيًّا مما يقلل من آثارها .

(و) في مراقبة السفن التي تزور الموانئ كما اقترحت المفوضية الأوربية والتعامل بقسوة مع السفن التي لا تستوفي مقاييس السلامة، وتعتزم المفوضية منع السفن التي يزيد عمرها عن١٥ سنة من دخول موانئ بلدان الاتحاد الأوربي، إذا احتجزت أكثر من مرتين في سنتين متتاليتين، وتخطط المفوضية لنشر لائحة سوداء بهذه السفن كل ستة أشهر، واستنكرت الاستعمال الواسع للأعلام الأجنبية على ناقلات النفط التي تستأجرها شركات أوربية لأسباب ضريبية .

(ز) التوسع في إنشاء محطات لاستقبال النفايات الزيتية السائلة والصلبة والقمامة ومياه التوازن .

(ح) تشديد الرقابة على الموانئ التي لا تطبق القوانين بشكل جاد على السفن التي تقصدها وضرورة إيجاد نوع من التنسيق الفعلي والفعال بين الجهات المعنية وضبط المخالفين .

(ط) إلزام السفن بالإبلاغ عن نظيراتها المتسببة في التلوث أمام شواطئ المنطقة.

(ي) لعلاج مشكلة التلوث النفطي على الشاطئ يتم تنظيف الشواطئ بجرف كميات كبيرة من رمال الشاطئ الملوثة، والتخلص منها بعيدًا عن الشاطئ.

وسوف نتحدث عن الحد من التلوث بمياه الاتزان للناقلات؛ حيث إنها من اكبر مصادر التلوث البترولي للبيئة المائية .

الحد من التلوث بمياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات) .

تعد ناقلات النفط من السفن العملاقة نظرًا لحمولتها العالية التي تصل إلى آلاف الأطنان من النفط الخام ، ونتيجة لتلك الحمولات الكبيرة يجب أن يكون هناك نظام لحفظ توازن السفن وهو ما يراعي عند تصميم السفينة ولزيادة التوازن بدرجة أكبر تحمل السفن وزنًا إضافيًا سائلاً يُسمى الصابورة. وبدون هذا السائل، قد تنقلب سفينة الشحن الفارغة وتجنح في المحيط كقطعة الفلين. وتستخدم معظم السفن ماء البحر في عملية التثبيت، ويتم تفريغ ماء حفظ التوازن هذا من السفينة أثناء تحميلها بالنفط . فعند تفريغ الشحنة في مرفأ يبقى ١.٥٪ من كمية النفط بالعنابر، وعند العودة إلى المرفأ يملأ ٣٠ ٪ من حجم المستودعات الناقلة بمياه البحر لحفظ توازنها فتمتزج بكمية ١.٥ ٪من النفط والذي يسمى الصابورة وقبل التوجه إلى ميناء شحن النفط تفرغ ما لديها من مزيج: «نفط + ماء في البحر» ويكون قد أصبح مستحلبًا، يطفو على سطح الماء مسببًا تلوثًا لماء البحر .

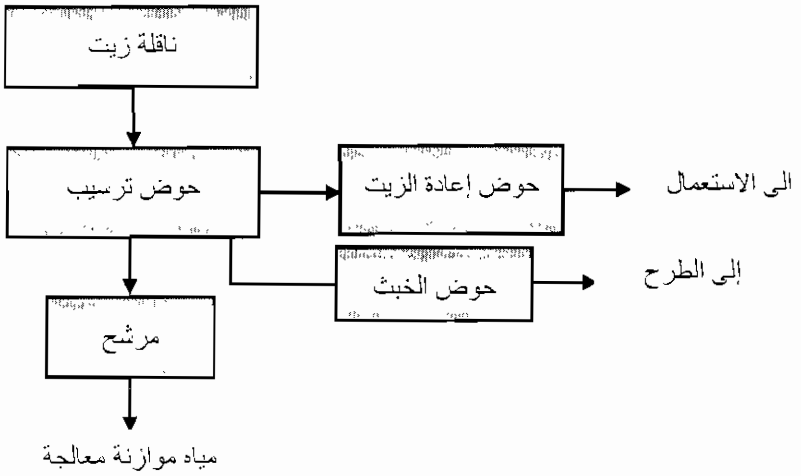
ويمكن الحد من مياه الصابورة بإتباع إحدى الطريقتين :

١- قبل شحن الخزانات بمياه الصابورة تغسل جيدًا، ويخزن الماء الملوث في خزان خاص ليفصل الماء عن النفط ببطء، وقرب مواني الشحن يفرغ الماء المنفصل في البحر ويعبأ النفط الجديد فوق ترمبات السابقة .

٢- بناء أحواض في موانئ التصدير تفرغ فيها مياه الصابوره؛ حتى يتم تصفيتها تخليصا للنفط.

٣- استخدام أنظمة معالجة لمياه الصابورة داخل المواني؛ حتى يمكن معالجة مياه الصابورة داخل هذه الأنظمة ودون إلقائها في البحر دون معالجة .

والشكل التالي يبين مخططًا لمعالجة مياه الصابورة.



شكل (٧-١٣): مخطط لمعالجة مياه الاتزان للناقلات .

نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF) لمعالجة مياه الصابورة

في هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصابورة تحت ضغط عال مما يؤدى إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي، ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون، تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. يتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

ورغم أن هذه الوحدات لم تكن مستخدمة فى الماضي إلا نادراً فى الصناعات الكيميائية ومعامل التكرير، إلا أن الاهتمام بها يزيد لكونها وحدة محكمة تماما ويمكن أن تستخدم الغازات المسترجعة في عملية الطفو.

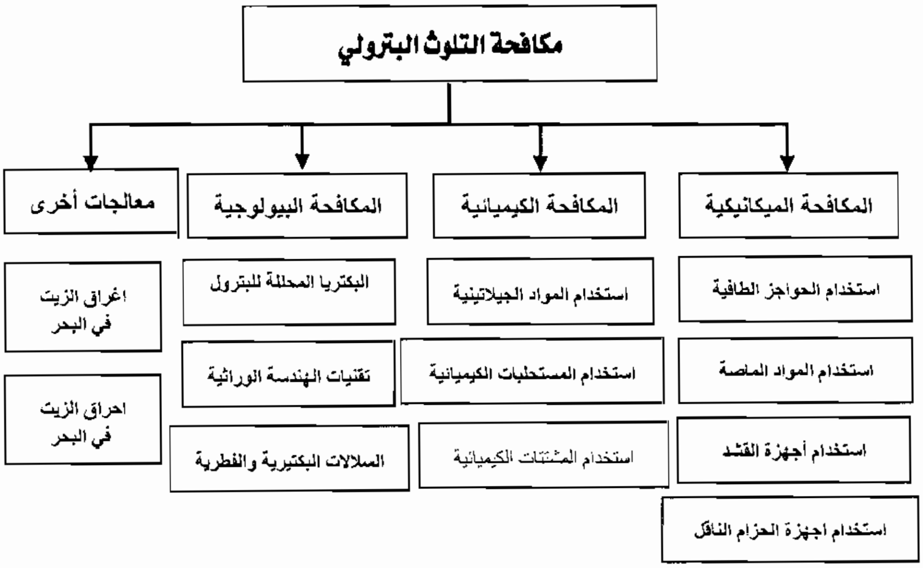
التصاق فقاعات الهواء من خلال المزيج المعلق يجعل الحبيبات تطفو على السطح نتيجة تراكم الهواء على سطح الجزيئات واصطدام الفقاعات المتصاعدة مع الجزيئات العالقة وانحباس فقاعات الغاز أثناء تصاعدها أسفل الجزيئات، وامتزاز الغاز من خلال الكتل الهلامية المكونة أو المترسبة حول فقاعات اهواء.

تعمل الوحدة على التغذية بواسطة البوليمر وتحتوي عادة على أربعة مضارب على شكل مضرب البيض لعمل رغاوي من أجل تسهيل عملية الطفو. وتستهلك الوحدة كميات كبيرة من الطاقة ولكنها تتطلب مساحة أقل بكثير من وحدات الـ DAF. وبذلك تعتبر في مستوى الكفاءة نفسها، إن لم تكن أكفأ، من وحدة الـ DAF تبعاً لمواصفات الزيوت والمستحلبات.

ثانيًا : مكافحة التلوث البترولي (الإجراءات العلاجية)

يمثل التخلص من بقع الزيت الكبيرة التي تتكون فوق سطح البحر عند غرق إحدى الناقلات أو تسرب البترول من إحدى المنشآت النفطية البحرية مشكلة كبيرة لا يمكن معالجتها بسهولة فور حدوثها ، وعملية تحلل بقع الزيت طبيعيًا بفعل الكائنات الدقيقة عملية شديدة البطء وتحتاج إلى وقت طويل لاستكمالها ، ولذلك لا يمكن الاعتماد عليها في إزالة هذا التلوث. لذلك هناك العديد من أنظمة مكافحة التلوث البترولي الحادث فمنها ما هو ميكانيكي وما هو كيميائي يعتمد على المواد الكيميائية لإزالة التلوث، وما هو بيولوجي يعتمد على الكائنات الدقيقة.

والشكل التالي يبين أهم طرق مكافحة التلوث البترولي:



شكل (٤-٥): مخطط لطرق مكافحة التلوث البترولي

الأنظمة الميكانيكية لإزالة التلوث البترولي

(أ) استخدام الحواجز الطافية :

وتصلح هذه الطريقة لإزالة البقع التي كونت مع الماء مستحلبًا كثيفًا وهي تساعد على جمع الزيت في مكان محدد ،وتستخدم هذه الطريقة لحصر بقع الزيت العائمة للحيلولة دون انتشار النفط المكوّن منها وزيادة سمك طبقة الزيت وتقليل مساحتها وبالتالي يمكن امتصاصها تدريجيًا من سطح الماء.

(ب) طريقة استعمال المواد الماصة:

المواد الماصة تعمل على امتصاص الزيوت البترولية ولها عدة أنواع :

النوع الأول مكون من مواد معدنية مثل الرماد البركاني، وهي مادة لها قدرة امتصاص من ٤-٨ مرات أضعاف وزنها من الزيت، ولكن يصعب استعمالها لأنها خفيفة وقابلة للتطاير.

النوع الثاني هو استخدام مواد ماصة طبيعية : (مثل مخلفات النشارة-التبن ... إلخ) تمص من ٣: ٦ أضعاف وزنها من الزيت. وقد تمتص الزيت مع الماء، وتغرق إلى القاع ويصعب التخلص منها بعد استعمالها.

النوع الثالث مواد ماصة مصنعة من مواد بلاستيكية وهي أحسنها، تمتص من ٢٠: ٣٥ صنفًا وزنها من الزيت، ولكن إحدى مشكلاتها صعوبة التوزيع والتجميع.

والمواد الماصة لها خاصية الامتصاص والامتزاز، ويفضل استخدام مواد غير ملوثة في إزالة الزيت من المياه كالكلأ المخفف والقش والتبن؛ حيث يمكن لهذه المواد أن تمتص من ٨ إلى ٣٠ مرة من وزنها. ويفضل استخدام الكلأ أو التبن في بقع زيتية محددة بحيث يمكن المزج بين هذه المواد والزيت . ويمكن استعمال مواد طافية أخرى لإزالة البقع الزيتية، وهي متوافرة تجاريًا، ولكل مادة لها خواص امتصاص مختلفة عن الأخرى. ومن المهم ان تكون المادة الماصة لها قابلية وقدرة على امتصاص الزيت أكبر من قدرتها

لامتصاص الماء أو لا تمتص الماء كليًّا؛ أي إن المادة تترطب بالزيت ولا تترطب بالماء . واستنادًا لهذه الخاصية المهمة، فإن البوليمرات المستعملة كمادة ماصة تترطب بالزيت بحيث لا يسقط الزيت مرة أخرى في الماء .وعمليًّا يستخلص الزيت الملوث بإمرار الرغوة بين أسطوانتين متحركتين حيث يتم إرجاع الرغوة من جديد للماء بعد إزالة الزيت منها .

(جـ) استخدام أجهزة القشد (القواشد)

الهدف الرئيسي من استخدام قواشد الزيت هو استرجاع الزيت الخام المنسكب (أو خليط الزيت والماء الصافي فوق سطح الماء) وهي عدة أنواع تنقسم حسب النظرية التي تعمل بها وحسب تصميمها، واستخدام الحواجز البحرية المناسبة يرفع من كفاءة القواشد في عملية الاسترجاع، كما يؤثر على هذا أيضًا حالات الجو والبحر بمنطقة الحادث أو المحيطة بموقع العمل .

(د) استخدام أجهزة الحزام الناقل :

استخدام أجهزة الحزام الناقل التي تمرر حزامًا معدنيًّا عبر طبقة النفط اللزجة حيث يلتصق النفط بالحزام ويمكن التخلص منه لاحقاً.

المكافحة الكيميائية

تعتمد المعالجة الكيميائية للتلوث البترولي على إضافة مواد كيميائية معينة، تساعد على حصر البقع البترولية أو تشتيتها وتخفيفها عن طريق تغيير خواص الزيت المنسكب. والطرق الآتية هي أشهر الطرق الكيميائية لمكافحة التلوث البترولي :

(أ) المواد الجيلاتينية لإزالة ومعالجة التلوث البترولي

المواد الجيلاتينية هي مواد تؤدي إلى تصلب السوائل كالزيت الخام عند إضافتها للسوائل ، والمواد الناتجة بعد إضافة هذه المواد الجيلاتينية يكون معدل جريانها بطيئًا، فعند حدوث انكسار في ناقلة النفط فإن الزيت المنسكب يمكن السيطرة عليه باستخدام هذه المواد.

وتنقسم المواد الجيلاتينية إلى نوعين: النوع الأول ينتج الجيلاتين بتفاعل مادتين كيميائيتين مضافتين إلى الزيت الخام ، أما النوع الثاني فينتج الجيلاتين بالانتشار الفيزيائي لمركبات معينة في الزيت التي بدورها تنتفخ وتؤدي إلى تثخين الزيت .وعندما تكون قابلية تماسك الجزيئات الغروية مع بعضها البعض، فإنه ستتكون المادة الجيلاتينية كالجيلاتين الشبيه بالصابون ، بتفاعل الأحماض الدهنية مع ٥٠٪ من الصودا الكاوية أو إضافة الأمينات مع السيانات.

(ب) استخدام المستحلبات الكيميائية مثل المنظفات الصناعية لإزالة التلوث البترولي:

هناك نوعان من المستحلبات البترولية:

"الماء في البترول"، مستحلبات أيدروفوبية Hydrophobic (كاره للماء)

و**"البترول في الماء"**، مستحلبات ايدروفيلية Hydrophilic. (محب للماء)

ومستحلبات النوع الأول أكثر انتشاراً من النوع الثاني. وفي مستحلبات النوع الأول يوجد الماء في البترول على صورة كمية لا حصر لها من القطرات المتناهية في الصغر. أما في مستحلبات النوع الثاني، فيكون البترول على صورة قطرات مفردة معلقة في الماء. وتتلخص عملية تكوين المستحلبات في الآتي: على الحد الفاصل بين سائلين لا يختلط بعضهما ببعض، وأحدهما مشتت في الآخر على صورة جسيمات صغيرة جدًا، تتراكم مادة ثالثة ضرورية لتكوين المستحلب، وتسمى بالعامل المستحلب أو مثبت المستحلب. ويذوب العامل المستحلب في أحد السائلين مكوّناً ما يشبه الغشاء، ويحجب هذا الغشاء قطرات المادة المشتتة ويمنع اندماجها. وهذه العوامل المستحلبة في البترول هي الراتنجات والأسفلتينات وصابون الأحماض النفثية والأملاح. وعلاوة على المواد المذكورة، تؤثر الشوائب الصلبة المختلفة المشتتة في أحد الأطوار على ثبات المستحلب. والعوامل المستحلبة إما أيدروفيلية أو أيدروفوبية، وتُعدّ المواد الراتنجية الأسفلتية والأحماض النفثية الموجودة في البترول مركّبات طبيعية وعوامل مستحلبة أيدروفوبية. أما الصوابين الصوديومية والبوتاسيومية التي تتكوّن أساساً من تفاعل الأحماض النفثية الموجودة في

البترول مع أملاح المعادن الذائبة في ماء الحفر، فهي عوامل مستحلبة أيدروفيلية، وتتمتع نفثينات Ca, A1, Fe. Mg بخواص أيدروفوبية. والمعلقات الصلبة عديمة النشاط السطحي، إلا أن تراكمها على السطح البيني،interface، بين البترول والماء يجعل الغشاء أكثر متانة والمستحلب أكثر ثباتًا. ويعتمد تكون المستحلبات من النوعين المذكورين أعلاه على وجود هذا النوع أو ذلك من العوامل المستحلبة والمثبتة. ويكون المستحلب المتكون من خلط الماء والبترول ذا طابع "بترول في الماء" إذا كان المثبت يذوب في الماء. أما إذا كان المثبت يذوب في الوسط الأيدروكربوني فيتكون المستحلب من نوع "ماء في البترول".

(جـ) استخدام المشتتات الكيميائية

تستخدم المشتتات الكيميائية Dispersants لمكافحة التلوث البترولي؛ حيث انها تكون مستحلبًا ثابتًا إلى حد كبير – ويمكن لهذا المستحلب الانتشار تدريجيًّا في مياه البحر، فتختفي بقعة الزيت الطافية بعد مدة قصيرة من الوقت؛ أي إن هذه العملية هي عملية تشتيت لبقعة الزيت باستخدام الكيماويات.

ومن أهم مميزات استخدام المشتتات هي :

١- تساعد في عملية التحلل الحيوي للنفط ، بتشتيت البقعة في حجم أكبر من ماء البحر.

٢- تقلل من مخاطر اشتعال النفط الطافي؛ خاصة بالقرب من السواحل الهامة.

٣- تمنع وصول النفط إلى الأماكن الحساسة، مثل: الموانئ والمناطق الساحلية والمنصات العائمة وخلافه.

المعالجة البيولوجية لإزالة التلوث البترولي

وهذه العمليات بطيئة جدًّا؛ حيث إنها عمليات طبيعية وتعتمد على تواجد الكائنات الحية الدقيقة وخاصة البكتريا فوق سطح الماء، والتي من خصائصها تحليل جزيئات الهيدركربونات وتحويلها إلى جزيئات سهلة الذوبان في الماء – وهذا يحدث مع أغلب المخلفات والنفايات البترولية، ويعمل على تحللها طبقًا لفترة بقائها طافية فوق سطح الماء.

ومن المنطقي أن مثل هذه العمليات لا يمكن أن تتم في حالات التلوث الكبير إلا بعد انتهاء أعمال المكافحة التي يتم من خلالها إزالة كميات كبيرة من الزيت؛ حتى لا يصل إلى الشاطئ ويهدد الأماكن والمواقع الحيوية المهمة وحتميًّا ستتخلف بعض بقايا من آثار التلوث تظل متفرقة وطافية، حيث تقع تحت تأثير الرياح والأمواج والحرارة والبكتيريا .

(أ) البكتريا المحللة للبترول

أدى جنوح ناقلة نفط وانسكاب كميات كبيرة من النفط قبالة شواطئ بريطانيا عام ١٩٦٧ ، إلى تكثيف الجهود من أجل البحث عن طرق لحل مشكلة تلويث البحار بالنفط. وقد أدى استعمال المعالجات الكيماوية آنذاك لحل هذه المشكلة إلى بعثرة النفط بدلاً من تحليله. أمّا اليوم، فمن المعروف أنّ أنجح طريقة لتحليل النفط هي بواسطة بكتيريا، لها القدرة على استغلال مركبات الكربون الموجودة في النفط كمصدرٍ للطاقة اللازمة لها.

إن الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في ماء البحر والشواطئ الرملية الملوثة يمكن أن تستخدم المواد الهيدروكربونية تحت الظروف الهوائية، واعتمادًا على توافر الأكسجين والمواد المغذية ودرجة الحرارة المناسبة . ويكون مزج الزيت مع هذه المواد الحية ضروريًّا لحصول التأكسد الكامل، وتحت درجة الحرارة اقل من ٣٠ مئوية يكون الفصل الميكروبي يكون بطيئًا جدًّا لذلك قد تدمر البقعة الزيتية ولكن بعد عدة شهور .

وتستخدم أساليب بيوتكنولوجية حديثة للقضاء على النفط حيث تستعمل كائنات دقيقة شرهة لالتهام جزيئات النفط . وقد أضيفت عام ١٩٨٨ في مقاطعة وستفاليا بالمانيا بكتريا شرهة على بقعة زراعية ملوثة بالنفط؛ مما أدى إلى خلو التربة الزراعية من مكونات النفط بعد أسابيع قليلة من المعالجة بهذه الكائنات الحية وتساعد المعالجة البيولوجية في الإسراع بالتخلص من البقع الزيتية عند استخدام أساليب فيزيائية معا.وكلما ازدادت الكائنات المجهرية كالسودوموناس في المنطقة التي يحدث فيها االانسكاب ، كـان حدوث التأكسد أسرع . وتزداد فعالية التحلل البيولوجي كلما قل سمك بقعة الزيت ، وكذلك لأشعة الشمس تأثير في زيادة سرعة التحلل . وتزداد سرعة التحلل عند الطبقة

الملامسة لسطح البحر، وتكثر أعداد البكتريا المحللة للزيوت في ماء البحر في فصل الصيف؛ خاصة قرب الشواطئ لزيادة درجة الحرارة وتوافر مركبات النتروجين والفسفور.

(ب) **استخدام تقنيات الهندسة الوراثية لمكافحة التلوث البترولي [*]**

التلوث بالبترول يعد من الظواهر الحديثة نتيجة الاعتماد عليه كأحد المصادر الحيوية للطاقة، والمتأمل للكثير من الأماكن المطلة على البحار مثل المدن الساحلية يجده على رمال الشاطئ في صورة مخلفات أو بقع سوداء فوق مياه البحار والمحيطات؛ مما يسبب الكثير من الأضرار لرواد هذه الشواطئ ومختلف الكائنات البحرية.

لقد استطاعت تقنية الجينات عزل وتنقية وتعديل لبعض أنواع من البكتريا التي تعيش في مخلفات وشحوم البترول ومعدة الحيتان للاستفادة من قدرتها على التهام وتحليل جزيئات المركبات المعقدة في البترول الخام وتحويلها إلى مواد كبريتية يمكن استخدامها كغذاء للأسماك والحيوانات البحرية، وهو ما يعني تحقيق هدف آخر هو القضاء على بقع التلوث البترولي في صورته الخام.

وتتم عملية التخلص من البقع الزيتية بواسطة هذا النوع من البكتريا عن طريق استخدام المنظفات الصناعية أولاً حيث تُكَوِّن مع طبقة الزيت مستحلباً على درجة عالية من الثبات ينتشر تدريجيًّا في مياه البحر، فيتم بذلك تخفيف تركيز الزيت، حيث تستطيع البكتريا أن تقوم بتحليل المخلفات البترولية وبالتالي تختفي بقعة الزيت في مدة زمنية قصيرة، وقد استُخْدِمَت هذه الطريقة على نطاق واسع، كما يوجد بعض الدراسات والأبحاث للاستفادة من القدرة على عمل طفرات من هذه البكتريا التي تهاجم الكبريت دون مهاجمة المكونات الأخرى من الزيت الخام للبترول؛ مما يؤدي إلى رفع سعر البترول الخالي من الكبريت الذي يتحول مع آلة الأحتراق الداخلي إلى أكاسيد كبريتية تحول في وجود الماء إلى أحماض، تؤدي لتلف هذه الآلات في السيارات وكافة مركبات النقل.

(*) د. وجدي عبد الفتاح سواحل، مجلة المجتمع، ٢٠٠٥

(جـ) إنتاج السلالات البكتيرية والفطرية المحللة للمركبات البترولية [*]:

إن أهم العقبات لإنتاج كائنات دقيقة قادرة على التهام المركبات البترولية هو كيفية تخليق بكتريا قادرة على تحمل السمية الحادة للمركبات البترولية والتهامها ، فقد اختار العلماء ثلاثة أنواع من البكتريا الطبيعية، ولكن وجدوا أن كلاً منها قادرة على التهام البترول جزئيا وكل نوع يتخصص في تكسير عدد معين من المواد البترولية . ولما كانت ضالتهم المنشودة تطوير البكتريا القادرة على التهام المواد البترولية بكل مكوناتها فقد مضوا في تهجين أصناف البكتريا الثلاثة، وهي عمليات دقيقة مضنية تستوجب تغيير بيئات تربيتها وإجراء عدد كبير من التباديل والتوافيق بين جيناتها المستهدفة؛ للوصول إلى نوع واحد من البكتريا يحمل صفات الثلاثة أنواع. وبالفعل أثمرت التجارب على إنتاج تلك البكتريا الجديدة التي تستطيع التهام البترول كليًا، وقد حضرت منها سلالات نقية ويتم حاليا الاستعانة بها عند مكافحة البقع الزيتية وقد تم استخدامها لمعالجة مشكلات بحيرات البترول التي خلفتها حرب الخليج ١٩٩١ .

معالجات أخرى للتلوث البترولي

(أ) طريقة إغراق الزيت في البحر

ويتم ذلك بإضافة مواد أو مساحيق خاصة ذات قدرة عالية على التماسك بالزيت، وهي مواد ذات كثافة عالية؛ لاستخدام اقل كميات ممكنة في هذه العمليات .

كما يمكن رش بعض الرمال الناعمة على سطح الزيت، وبالتالى ترفع من كثافة البقع ويؤدى ذلك إلى رسوبه فى قاع البحر.

(ب) طريقة إحراق طبقة الزيت:

يمكن حرق زيت البترول بكفاءة بعد انسكابه مباشرة، وقبل أن يفقد مركباته الخفيفة الطيارة التي تمتاز بقابليتها للاشتعال السريع، وقد تم استخدام هذه الطريقة للحد من

(*) التلوث البيئي والهندسة الوراثية د/ على محمد على عبدالله، مكتبة الأسرة، ١٩٩٩ م .

التلوث بالزيت الناتج من الناقلة توري كانيون في شواطئ جنوب غرب بريطانيا، وتم بواسطتها التخلص من كمية كبيرة من الزيت.

وطريقة حرق زيت البترول من الطرق المستخدمة وإن كانت قليلة الاستخدام ، إلا أنها تعمل على التخلص من بقعة الزيت بعيدا عن الشاطيء والأماكن الحساسة. وأن استخدامها يحتم ضرورة استخدام وسيلة مناسبة لإضرام النار في البقعة ولكن هذه الطريقة لا يسهل استخدامها في كل الأحوال ؛ لأن مياه البحر تساعد عادة على تبريد طبقة الزيت الطافية فوقها ، وقد تمنع اشتعالها وتمنع انتشار النار فيها.

٤-٥ التلوث بالمواد المشعة

إذا كان كل من الملوثات الكيميائية والملوثات البيولوجية ، يمثلون خطورة بالغة على صحة وحياة الإنسان والحيوان والنبات ، فإن هنالك نوعًا من الملوثات لا تقل خطورة عن هذه الصور من الملوثات ، بل قد تفوقها من حيث سرعة انتشارها ، ومن حيث حجم ونوعية الأمراض الناجمة عنها، ألا وهو الملوثات الإشعاعية.

والتلوث الإشعاعي يعد من صور التلوث الفيزيائي للبيئة ، حيث تعد المواد المشعة من العوامل الفيزيائية التي تلوث البيئة ويعمل على تغيير الخواص الفيزيائية، وتغيير المواصفات القياسية للأنظمة البيئية التي تصيبها .

ويعتبر التلوث الإشعاعي من أخطر أنواع التلوث؛ حيث إنه لا يرى أو يشم غالبًا، فهو يدخل إلى الجسم دون أن يدل على تواجده أو ترك أثر في باديء الأمر . وكثير من الأشعة ذات طبيعة تراكمية في الكائنات الحية أى تتراكم في الخلايا ويظهر تأثيرها عندما تصل إلى تركيز معين. ويختلف هذا التأثير حسب نوعية الإشعاع، فقد يكون ذا تأثير حراري فقط أو تأثير بيولوجي ويسبب الأمراض .

ولقد ازداد حجم التلوث الإشعاعي خلال الخمسين عاما الماضية، فبعد أن كانت مصادر الإشعاع مقصورة على الأشعة الكونية والمصادر الطبيعية الأخرى ، مثل الأشعة

المنبعثة من الصخور والأشعة المنبعثة من العناصر الطبيعية ، مثل البوتاسيوم ، تدخلت يد الإنسان لتضيف كمًّا من الإشعاعات التي لوثت الهواء والماء والغذاء.

ولقد اتضحت خطورة الإشعاعات الذرية بعد عام ١٩٤٠ م ، حينما اكتشف الباحثون والأطباء العلاقة بين تعرض النساء الحوامل للأشعة السينية (x -ray) وحدوث تشوهات للأجنة . ويعتبر الانشطار النووي وإنشاء أول مفاعل نووي في عام ١٩٤٢م هما البداية الحقيقية لتلوث البيئة بالإشعاعات النووية، ولقد ازداد حجم هذا التلوث على أثر إنتاج الأسلحة الذرية، في نهاية الحرب العالمية الثانية، وما أعقبها من حروب وانفجارات نووية، حيث شهد العالم في الفترة ما بين ١٩٤٥م إلى عام ١٩٦٣ نطاقاً واسعاً من تجارب الانفجارات الذرية، ولعل انفجار قنبلة هيروشيما ونجازاكي وما خلفه من غبار ذري قد أدى إلى تلوث البيئة بالإشعاع وسبب الكثير من الأمراض والتشوهات والكوارث.

وإذا كانت الانفجارات النووية تعد من أخطر مصادر التلوث الإشعاعي، فإن هناك مصادر أخرى أدت إلى زيادة حجم هذا التلوث، وتشتمل هذه المصادر على المفاعلات النووية وما ينجم عنها من تلوث إشعاعي بسبب استخدامها على نطاق واسع، وبسبب انفجارها في بعض الأحيان أمثلما حدث من تلوث على أثر انفجار مفاعل تشرنوبل النووي.

كما تشمل مصادر التلوث استخدام الذرة كمصدر للطاقة واستخدام النظائر المشعة في التجارب العلمية في مجال العلوم الطبية والعلوم البيولوجية، وتشخيص الأمراض وعلاجها إشعاعيًّا، أبالإضافة إلى الإشعاعات الصادرة من أجهزة التليفزيون والكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية الأخرى، وبعض الأجهزة الطبية وأجهزة القوى الكهربائية لأعمال وأبحاث الفضاء والطائرات. وتنتقل المواد المشعة إلى جسم الإنسان عن طريق تلوث الغذاء والماء بالنظائر المشعة إلى جسم الإنسان أو الغبار الذري المتساقط على النباتات والحيوانات والماء، أو عن طريق استنشاق المواد المشعة أو الغبار الذري الملوث للهواء.

ويكون التلوث الإشعاعي بفعل العناصر والمواد المشعة التي تؤثر على الحياة سلبًا ويتولد عنه العديد من المخاطر عبر فترة زمنية من خلال سلسلة من التفاعلات المطردة الناجمة عن هذا النوع من التلوث . وتعتمد المخاطر الصحية المتأتية عبر هذا النوع من التلوث على عوامل عديدة منها :

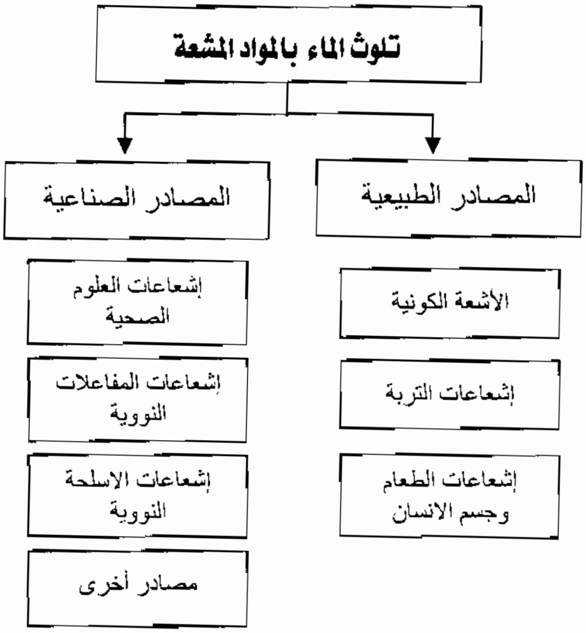
- حجم وكمية المادة المشعة الممتصة .
- نوع الإشعاع وطبيعته .
- قوة الإشعاع وقدرته على التغلغل داخل الخلايا .
- معدل الجرعة الصادرة عن المادة المشعة .
- نسبة الخلايا والأنسجة المعرضة للإشعاع .

وتكمن خطورة الإشعاعات في أنها تسبب إصابات وأمراضًا كثيرة وجسمية للإنسان والحيوان، وبخاصة الأمراض السرطانية وأمراض الدم والجلد والنخاع العظمي والجهاز الهضمي والجهاز العصبي والجهاز التنفسي. بالإضافة إلى الأمراض الوراثية والتشوهات الجنينية. وحينما تفاقمت مشكلة التلوث الإشعاعي، تزايد اهتمام العلماء من مختلف دول العالم بالدراسات والأبحاث التي تختص بصفات المواد المشعة وكيفية انتقالها إلى جسم الإنسان، بالإضافة إلى دراسة أثرها الضار على الكائنات الحية ووسائل الوقاية من هذا الضرر.

وقد أخذت المواد المشعّة تزداد في أنسجة الكائنات الحيّة؛ خاصة في بعض أقسام النباتات، ووصل تركيز المواد المشعّة في نسجها إلى ألف مرة أكثر من تركيز نسب هذه المواد في الماء، وبسبب كون هذه النباتات هي الغذاء الرئيسي للحيوانات البحرية، فقد أخذت المواد المشعّة تتركز في أجسام الحيوانات البحرية كالأسماك والطيور وغيرها؛ لدرجة أنها وصلت في أنسجة بعض الأسماك إلى (٢٠ أو ٣٠ ألف مرة) أكثر من تركيزها في الماء.

٤-٥-١ مصادر التلوث الإشعاعي

تشمل مصادر التلوث الإشعاعي مصادر طبيعية وأخرى ناتجة عن أنشطة الإنسان ، وتضم الإشعاعات الطبيعية الأشعة الكونية وأشعة إكس الأرضية وأشعة جاما المنبعثة من الصخور والبوتاسيوم المشع . أما المصادر الناتجة عن أنشطة الإنسان فتشمل أشعة إكس، والأدوية المشعة المستخدمة في المجالات الطبية والمواد المشعة المستعملة في العلوم البيولوجية ، بالإضافة إلى الأشعة الصادرة من المفاعلات النووية والأسلحة النووية والأجهزة الاليكترونية. والشكل التالي يبين مصادر التلوث الإشعاعي للماء.



شكل (٦-٢): مخطط لمصادر التلوث الإشعاعي.

أولاً : المصادر الطبيعية

تشمل المصادر الطبيعية ما يلي:

- الأشعة الكونية.
- الإشعاعات الناتجة من التربة .
- المواد المشعة الموجودة في الطعام وداخل جسم الإنسان.

١ - الأشعة الكونية

تختلف كمية الإشعاعات الكونية باختلاف ارتفاع المكان عن سطح البحر وباختلاف الموقع الجغرافي، حيث يقل مقدارها في الأماكن القريبة من سطح البحر ، وتزداد كلما ارتفعنا عنه، فنجد كلما ارتفعنا عنه بمقدار عشرة آلاف قدم ، تضاعف مقدار الأشعة الكونية ثلاث مرات .

وتجد الإشارة إلى أن الغلاف الجوي يعتبر حاجزًا واقيًا من الأشعة الكونية، ويتكون في الغلاف الجوي بعض المواد المشعة نتيجة تفاعل مواد أخرى مع مكوناتها؛ حيث يتكون الكربون ١٤ المشع مثلاً نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع النيتروجين ١٤ .

٢-الإشعاعات الناتجة من التربة

تحتوي القشرة الخارجية للكره الأرضية على كميات ضئيلة من عناصر مشعة، مثل اليورانيوم والثوريوم، ويختلف تركيز العناصر المشعة بالتربة باختلاف نوعها ، فنجد أن تركيزها يزداد بالصخور الجرانيتية ويقل في التربة الرملية . تحتوي التربة أيضًا على نسبة ضئيلة من الكالسيوم ٤٨ المشع . تتكون الإشعاعات الصادرة من التربة أساسًا من إشعاعات جاما، حيث تمتص ألفا وبيتا داخل القشرة الخارجية للتربة.

٣- المواد المشعة الموجودة في الطعام وداخل جسم الإنسان

توجد بعض العناصر المشعة الطبيعية مثل الكربون ١٤ والبوتاسيوم ٤٠ في طعام الإنسان وداخل جسمه . ويوجد بجسم الإنسان أيضا الراديوم ٢٢٦ والبولونيوم ٢١٠ والاسترونشيوم ٩٠ ، وتختلف كمية الإشعاع من عضو لآخر بجسم الإنسان ؛ فمثلاً تزداد كمية الإشعاعات الطبيعية في الرئة عنها في نخاع العظام ، وتجدر الإشارة إلى أن رئات المدخنين تحتوي على قدر أكبر من المواد المشعة؛ بالمقارنة برئات غير المدخنين ، ويعتبر ارتفاع نسبة المواد المشعة في رئة المدخن من أهم أسباب الإصابة بسرطان الرئة.

ثانيًا : الإشعاعات المستخدمة أو الاصطناعية

تشمل المصادر الإشعاعية الاصطناعية جميع أنواع المواد المشعة المستخدمة في الصناعة أو الطب والنتيجة عن نشاط الإنسان والتي من أهمها:

١- الإشعاعات المستخدمة في مجال العلوم الصحية.

٢- المفاعلات النووية.

٣- الأسلحة النووية.

٤- مصادر أخرى.

١- الإشعاعات المستخدمة في مجال العلوم الصحية

تستخدم الأشعة السينية أو النووية في مجال تشخيص الأمراض وعلاجها، كما تستخدم الأدوية التي تحتوي على عناصر ضئيلة في علاج بعض الأمراض، مثل: التسمم الدرقي الذي يستخدم اليود المشع في علاجه.

وتشير الدراسات إلى أن استعمال الأدوية المشعة يتزايد عامًا بعد عام ، ولذلك فإن هذه الأدوية تعتبر مصدرًا مهمًّا من مصادر تعرض الإنسان للإشعاع.

٢- المفاعلات النووية

بعد اكتشاف الانشطار النووي ، أقيم اول مفاعل نووي في عام ١٩٤٢ ، ثم أعقبه مشروع مانهاتان بإنشاء أول أسلحة ذرية ، في نهاية الحرب العالمية الثانية . ولقد استخدمت المفاعلات النووية ، ومازالت تستخدم ، لتوليد الطاقة ، وينجم عن استعمال هذه المفاعلات تلوث البيئة بالإشعاع ، وبخاصة البيئة المحيطة بالمفاعلات ، وقد ترتفع نسبة التلوث البيئي ارتفاعا كبيرا بسبب حوادث انفجار المفاعلات النووية ، مثل حادث انفجار تشرنوبل النووي.

تنقسم المواد المتسربة من المفاعلات النووية بسبب الحوادث إلى مواد طيارة وأخرى غير طياره ، وتمثل المواد الطيارة المشعة ، مثل اليود والترتيوم والأجزاء المتناثرة من عنصر البلوتونيوم خطورة على الإنسان ، حيث يستنشق المواد المشعة مع هواء البيئة الملوث.

٣- الأسلحة النووية

فجر أول سلاح من الأسلحة النووية عام ١٩٤٥م في هيروشيما ونجازاكي في اليابان، ثم توالت تجارب الأسلحة النووية بعد ذلك على نطاق واسع حتى عام ١٩٦٣، حيث أجريت عدة تجارب نووية في الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والمملكة المتحدة.

ولقد اتفقت القوى الثلاث في عام ١٩٦٣ على منع إجراء التجارب النووية فوق سطح الأرض ، إلا أن هذه التجارب لم تتوقف على المستوى العالمي حيث أجريت في فرنسا والصين تجارب محدودة بعد هذه الفترة.

ولقد استمرت التجارب النووية بعد الاتفاقية التي عقدت بين الدول الكبرى الثلاث ، وذلك بإجرائها تحت الأرض بهدف حماية البيئة من التلوث ، وعلى الرغم من هذه الاحتياطات ، إلا أن التجارب التي أجريت تحت الأرض أضافت قليلاً من الغبار الذري المحمل بالمواد المشعة للبيئة.

من النظائر التي مثلت خطورة على الإنسان على إثر الانفجارات النووية استونشيوم ٨٩ واسترونشيوم ٩٠ وزوركونيوم ٩٥ وروثينيوم ١٠٦ وروثينيوم ١٩٣ وسيزيوم ١٣٤ وسيزيوم ١٤١ وسيزيوم ١٤٤.

٤- مصادر أخرى

بالإضافة إلى المصادر السابقة التي تشكل الجزء الأكبر من تلوث البيئة بالإشعاع ، فإن هناك مصادر أخرى مثل التلفزيون والكمبيوتر والأجهزة الالكترونية، كما تشمل المصادر الأخرى ماكينات الأشعة السينية المستخدمة في الصناعة الطائرات ورحلات الفضاء ، بالإضافة إلى استعمال النظائر المشعة كمصدر لقوة ناظمة إيقاع القلب.

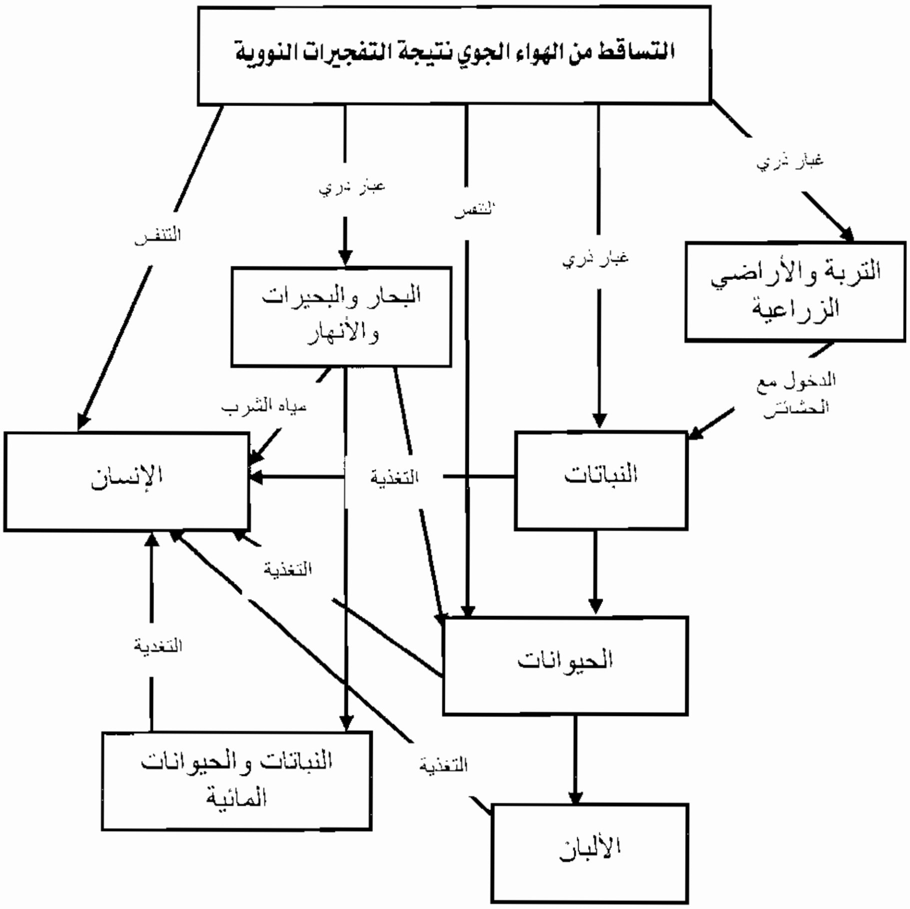
ويبين الشكل التالي يبين كيفية انتقال المواد ذات النشاط الإشعاعي في البيئة ووصولها إلى الإنسان ، وتتلخص هذه الطرق في الآتي :

تساقط المواد ذات النشاط الإشعاعي من الهواء الجوي نتيجة التفجيرات النووية في صورة غبار ذري متساقط، ويصل هذا التساقط إلى الإنسان بصورة مباشرة عن طريق

تنفس هذه الغبار الذري، أو بصورة غير مباشرة عن طريق الغذاء من النباتات والحيوانات ومصادر مياه الشرب والكائنات البحرية كالأسماك .

تساقط المواد ذات النشاط الإشعاعي على المسطحات المائية من البحار والمحيطات والأنهار ومنها إلى النباتات والحيوانات المائية ومنها إلى الإنسان عبر السلسة الغذائية .

تساقط المواد ذات النشاط الإشعاعي على الأراضي الزراعية، ومنها إلى النباتات ثم إلى الحيوانات البرية من خلال الحشائش.



شكل (٦-٣) : مخطط يبين كيفية انتقال المواد ذات النشاط الإشعاعي في البيئة ووصولها إلى الإنسان.

٤-٥-٢. التحكم في التلوث بالمواد المشعة

تنعدم عملية التنقية الذاتية أو الطبيعية لمياه الفضلات المشعة ، حيث يمكن أن تمتص جذور النباتات والكائنات الحية النباتية هذه المياه، وبالتالي تتراكم الملوثات الإشعاعية داخل هذه الكائنات الحية .

وغالبًا لا يتم طرح المياه المحتوية على مواد مشعة إلى المسطحات المائية ؛ فعادة يتم تركيز هذه المياه ثم توضع في عبوات خراسانية ثم تدفن على أعماق بعيدة داخل الأرض في الطبقات الصخرية الملحية، لأن هذه الصخور عادة لا تحتوي على مياه جوفية يخشى تلوثها بالمواد المشعة ، ويراعي أن يكون موقع الدفن بعيدًا عن التجمعات السكانية . والأماكن الأكثر ملاءمة للدفن العميق هي المناجم المهجورة والبعيدة عن السكان والمياه الجوفية ، وتعد طريقة الدفن مكلفة نسبيًا .

الفضلات الصناعية المشعة ذات المستوي الإشعاعي المنخفض غالبًا ما تنتج بكميات كبيرة ولها قدرة كبيرة لتلويث البيئة المحيطة ومن ثم فإن الهدف الأساسي هو إزالة هذا التلوث عن طريق إزالة النشاطية الإشعاعية لهذه الفضلات ثم صرفها مرة أخري بأمان داخل الأجسام المائية .

أما الفضلات الصناعية المشعة ذات النشاط الإشعاعي المرتفع فانه من الصعب إزالتها تمامًا ولكن يتم العمل على تركيزها ثم تخزينها بأمان داخل البيئة.

وتعد طريقة التركيز أو التخفيف ثم التخزين في إزالة المواد المشعة من المياه من أكثر الطرق المستخدمة للتحكم في الفضلات المشعة ذات النشاط الإشعاعي المرتفع. .

ويشمل تركيز المياه الطرق التالية :

١ - التبادل الأيوني.

٢- الترسيب الكيميائي.

٣- الترسيب بالجاذبية .

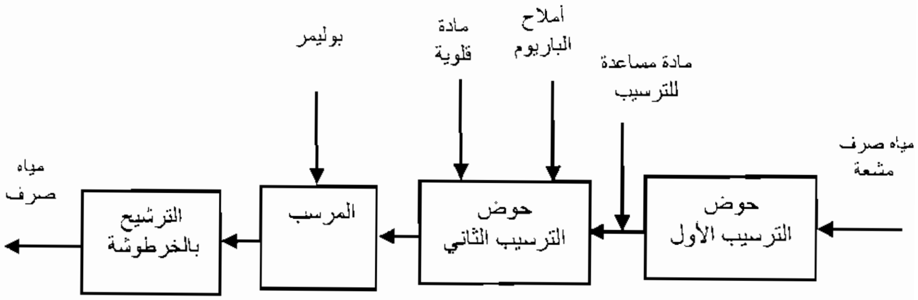
٤- الترشيح والفصل البيولوجي والتبخير.

٥- الحرق .

٦- ثم تخزن المادة المشعة المركزة.

وقد تتم معالجة المياه ذات المستوي المنخفض من الإشعاع، لإزالة المواد المشعة منها؛ فالترشيح يزيل فقط المواد المشعة المتحدة مع المواد العالقة . والمعالجة الكيميائية القلوية بالصودا الكاوية تزيل معظم المواد المشعة ،ويعد التقطير من أكثر الطرق فعالية لإزالة المواد المشعة من الماء.

والشكل التالي هو لمخطط يبين إحدى طرق معالجة المواد الإشعاعية، عن طريق عمليات المعالجة الفيزيائية والكيميائية.



شكل (٦-٤): مخطط يوضح المعالجة الفيزيائية الكيميائية لملوثات إشعاعية.

وملخص عمليات المعالجة يتم كالآتي :

تمرر النفايات على حوض ترسيب أولي حيث يتم ترسيب جزء منها بإضافة مادة معينة، تساعد على أن يكون الترسيب ترسيبًا فيزيائيًّا.

ثم تذهب إلى حوض ترسيب ثانٍ؛ حيث يتم ترسيب جزء آخر بإضافة أملاح الباريوم وإضافة مواد قلوية لضبط الاس الهيدروجيني لإتمام عملية الترسيب.

وهناك حوض ترسيب ثالث، يضاف إليه بعض البوليمرات، التي تساعد على الترقيد والترسيب الكيميائي.

وتمر المياه بعد ذلك إلى خرطوشة ترشيح؛ ليتم حجز وترشيح مواد أكثر دقة، وتخرج المياه المعالجة بعد ذلك لصرفها أو إعادة استعمالها .

الفصل الخامس

حماية البيئة من التلوث

٥-١. حماية البيئة

٥-٢. وسائل التحكم في التلوث البيئي

٥-٣. منظومة مكافحة التلوث

٥-٤. آليات حماية البيئة من التلوث

٥-٥. صيانة الموارد الطبيعية كأحد أهم عمليات المحافظة على البيئة

٥-٦ دور كل من السياسة البيئة والثقافة البيئية في التحكم في التلوث البيئي

٥-٧. حماية البيئة المائية من التلوث كأحد أهم عمليات المحافظة على البيئة

٥-٨. حماية الهواء من التلوث كأحد أهم عمليات المحافظة على البيئة

٥-٩. المراقبة البيئية والرصد البيئي ودورهما في مكافحة التلوث البيئي

٥-١٠. الرصد البيئي

الفصل الخامس

حماية البيئة من التلوث

٥-١. حماية البيئة

هي المحافظة على مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث أو الإقلال منه أو مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها؛ خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية تلك المكونات والارتقاء بها.

٥-٢. وسائل التحكم في التلوث البيئي

يستلزم التحكم في التلوث البيئي في أي مكان القيام بعدة مهام أساسية، لا غنى عنها جميعا لتحقيق الهدف المنشود، وهي :

١ - **الاهتمام بالوعي البيئي** : ينبغي رفع مستوى الوعي البيئي لدى السكان لتفادي مخاطر الجهل بأهمية الحفاظ على البيئة ومواجهة حالات التلوث التي تكون الرذيلة فيها جهلاً، ويتم ذلك عن طريق إدخال حماية البيئة ضمن برامج التعليم في المدارس والجامعات واستخدام أجهزة الإعلام العصرية واسعة الانتشار، أهمها التلفاز وكذلك تقديم المعلومات لرجال الأعمال التقنية السلمية بيئيا ومزاياها .

٢- **إعداد الفنيين الأكفاء** : يجب إعداد الفنيين الأكفاء في مجالات علوم البيئة بالقدر الكافي للعمل على حماية البيئة ووقايتها من كل أنواع التلوث، في مجالي التخطيط والتنفيذ على السواء حتى تكون حماية البيئة من عناصر دراسة الجدوى بالنسبة للمشروعات المراد أقامتها، ومن أهمها ضبط السلوك البشري في المجالات التنفيذية وفي حياة الناس وعاداتهم بصفة عامة .

٣- **سن القوانين اللازمة** : يلزم سن القوانين اللازمة لحماية البيئة من الاعتداءات، التي يمكن أن تقع على أي عنصر من عناصرها ،والقوانين الأكثر فعالية هي تلك التي

تقي من التلوث وتحول دون وقوعه، فموضوع العقوبات الرادعة على مخالفات البيئة، ليس بقصد معاقبة المعتدين، بقدر ما هو يهدف منع الآخرين من الاعتداء على البيئة خشية العقاب .

٤- **منح الحوافز البيئية** : يمكن الاستفادة من طموحات الإنسان ورغبته في تحقيق المكاسب المادية في حماية البيئة، عن طريق تقديم القروض الميسرة لتحول إلى تقنيات البيئية النظيفة، وتقديم المساعدة التقنية المؤدية إلى حماية البيئة عن طريق السماح بالمتاجرة في تصاريح التلوث؛ بحيث تستطيع المنشأة قليلة التلوث أن تبيع حصتها من التلوث المسموح به إلى منشأة يفوق تلوثها الحدود المسموح بها .

٥- **ردع ملوثي البيئة** : إن خوف الإنسان من العقاب كثيرًا ما يدفعه إلى تقويم سلوكه؛ لذلك ينبغي تنمية قدرات المؤسسات المسئولة عن الكشف عن المخالفات البيئية وعدم التراخي في توقيع العقوبات البيئية على المخالفين لقوانين البيئة .

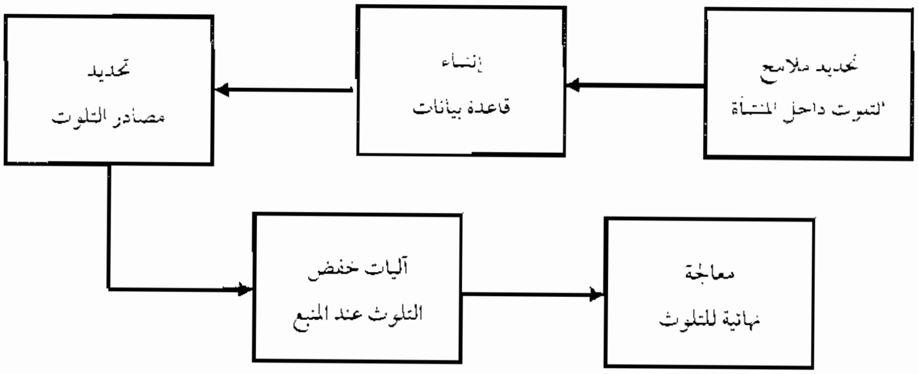
ومن أهم أهداف المحافظة على البيئة وصيانتها ما يلي :

- معالجة التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة إلى درجة، يمكن للبيئة من استعادة قدرتها على التنقية الذاتية .
- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية عن طريق إيجاد وسائل تقنية جديدة ، وإعادة الاستفادة من الموارد والبحث عن موارد بديلة .
- المحافظة على النباتات والحيوانات البرية وصيانة التنوع البيولوجي .
- المحافظة على رفع إنتاجية الأراضي الزراعية والأراضي الرعوية، وذلك بالحد من التوسع العمراني وإنشاء الطرق في الأراضي الزراعية الجديدة .
- تحميل مسببي التلوث مسئولية فعلهم وإلزامهم بمعالجة التلوث الناتج .
- توعية المواطن بأهمية حماية البيئة وإقناعه بأنها ليست مسئولية الدولة فقط بل مسئوليته هو أيضًا .
- اتباع أساليب التخطيط البيئي والإدارة البيئة السليمة في جميع الأنشطة البشرية .
- تبادل المعلومات والخبرات والأبحاث بين دول العالم في مجال البيئة.

- استخدام مصادر بديلة للطاقة للحد من استنزاف البترول والفحم الحجري والطاقة النووية .
- استعمال المواد الكيميائية القابلة للتحلل في البيئة بسهولة بحيث لا تتراكم فيها .

٥-٣ . منظومة مكافحة التلوث داخل المنشات الصناعية والتجارية

تعتمد منظومة مكافحة التلوث على مجموعة من العناصر الهامة، مثل : تحديد مصادر التلوث، وإنشاء قاعدة بيانات . والشكل التالي يبين منهج منظومة مكافحة التلوث.



شكل (٥-١): مخطط يبين منظومة مكافحة التلوث.

أولا : تحديد ملامح التلوث داخل المنشاة

من المهم تحديد ملامح التلوث داخل المنشأة، سواء كانت منشأة صناعية أو تجارية، وتتلخص ملامح التلوث في النقاط الآتية:

- طبيعة التلوث هل هو تلوث هوائي أو مائي أو أرضي.
- هل توجد انبعاثات ضارة أو تصرفات سائلة خطرة أو مخلفات صلبة آم لا.
- درجة هذا التلوث هل هو محدود أو غير محدود.
- هل التلوث مستمر أم مؤقت .
- هل يمكن التحكم في هذا التلوث أم لا .

ثانيًا : إنشاء قاعدة بيانات

لابد من إنشاء قاعدة بيانات كاملة خاصة بالمنشأة، تتكون من المعلومات والبيانات التالية:

- أجزاء المنشأة المولدة للتلوث.
- تاريخ هذا التلوث.
- متى ظهرت اثار التلوث.
- مضار التلوث وهل يؤثر على الإنتاج أم لا.
- إمكانيات المنشأة لمكافحة التلوث .
- هل يوجد برامج أو خطط لمكافحة التلوث .

ثالثًا : تحديد مصادر التلوث

يتمثل تحديد مصادر التلوث هو تحديد المكان الذي تنبعث منه الملوثات وطبيعة مصدر التلوث من خلال :

١ - هل مصدر التلوث محدود أم غير محدود .

٢- مصدر التلوث نفسه (نواتج احتراق وقود –نواتج مصادر صناعية – نواتج خدمية ومنزلية - نواتج ذات أصول زراعية- نواتج الأنشطة العسكرية- نواتج عوامل بيولوجية كالبكتريا والفطريات)

٣- صورة انطلاق الملوثات (ملوثات أولية – ثانوية).

٤ - شكل الملوثات (انبعاثات هوائية أم صرف مياه ملوثة أم تولد مخلفات صلبة أم تولد مخلفات خطرة).

٥ - المكان الذي سيصيبه التلوث (الهواء – الماء – الأرض).

رابعًا : خفض التلوث من المنبع

خفض التلوث من المنبع له مساران :

أ- الخفض عند المصدر والذي يشمل التحكم عند المصدر وتعديل عمليات التصنيع والإنتاج، وهذا يتم من خلال:

- تخطيط عمليات الإنتاج والتشغيل وتعاقبها.
- تعديل المعدات والعمليات الصناعية والمواد الداخلة .
- استبدال المواد الخام.
- منع الفاقد والإدارة الداخلية.
- فصل المخلفات (Waste Segregation).
- التدوير (Recycling).
- التدريب والإشراف.

ب- الاسترجاع

الاسترجاع عن طريق :

- التشغيل لإعادة الاسترداد .
- عمل منتجات جديدة .
- إعادة العملية الأصلية.
- استبدال المادة الخام.

خامسًا : معالجة نهائية للتلوث

تتم المعالجة النهائية للتلوث غالبًا بعد حدوث التلوث وتحديد مصادره وطبيعته ووسائل مقاومته، ومن أهم آليات المعالجة النهائية للتلوث:

- وضع برامج لإزالة التلوث.
- تخفيف وتشتيت الملوثات.
- معالجة الملوثات.

١ - **برامج إزالة التلوث**

ولكي تنجح المعالجة النهائية للتلوث، لابد من وجود برامج مسبقة لإزالة التلوث على جميع المستويات مثل:

- برامج إزالة التلوث على مستوى الأنشطة الصناعية .
- برامج إزالة التلوث على مستوى النفايات الصلبة المتولدة من الأنشطة الصناعية والتجارية.

٢ - **تخفيف وتشتيت الملوثات**

إذا كانت كمية الملوثات محدودة، فإنه يمكن تخفيفها في الهواء أو الماء أو التربة طبقًا لنوعيتها وطبيعتها وقربها من هذه الأنظمة البيئية فيتمثل التخفيف في الآتي:

❖ التخفيف داخل البحار والمحيطات.

❖ التخفيف بنثر الانبعاثات الملوثة في الهواء.

❖ التخفيف بنثر الملوثات في الرمال والأتربة.

٣- **معالجة الملوثات**

معالجة الملوثات الغرض الأساسي مها هو تحويل الملوثات الضارة إلى مكونات غير ضارة يمكن قبولها وإدماجها داخل المنظومة البيئية دون أي ضرر، أو لتقليل الآثار البيئية المترتبة على دخولها في الأنظمة البيئية، وتتمثل معالجة الملوثات الناتجة عن المنشآت الصناعية والتجارية في الآتي:

- معالجة الهواء الملوث وتنقيته.
- معالجة مياه الصرف الصناعي والصرف الصحي المتولدة عن المنشآت.
- إعادة تدوير المياه المستخدمة في الصناعة لتقليل كمية الملوثات المنصرفة من المنشآت.

٥-٤. آليات حماية البيئة من التلوث :

للمحافظة في البيئة وحمايتها من التلوث، هناك الكثير من الوسائل والآليات يجب اتباعها، وتتلخص عمليات المحافظة على البيئة في الآتي :

١ . المحافظة وإدارة الموارد الطبيعية

٢ - حماية الغلاف الجوى.

٣ - الإدارة المستديمة للموارد الأرضية.

٤ - مكافحة القطع الجائر للغابات.

٥ - مكافحة التصحر والجفاف.

٦ - التنمية المستدامة للمناطق الجبلية.

٧ - التنمية الزراعية المستدامة، والتنمية الريفية.

٨ - المحافظة على التنوع الإحيائي.

٩ - الإدارة البيوتكنولوجية.

١٠ - حماية وإدارة المحيطات.

١١ - حماية وإدارة المياه العذبة.

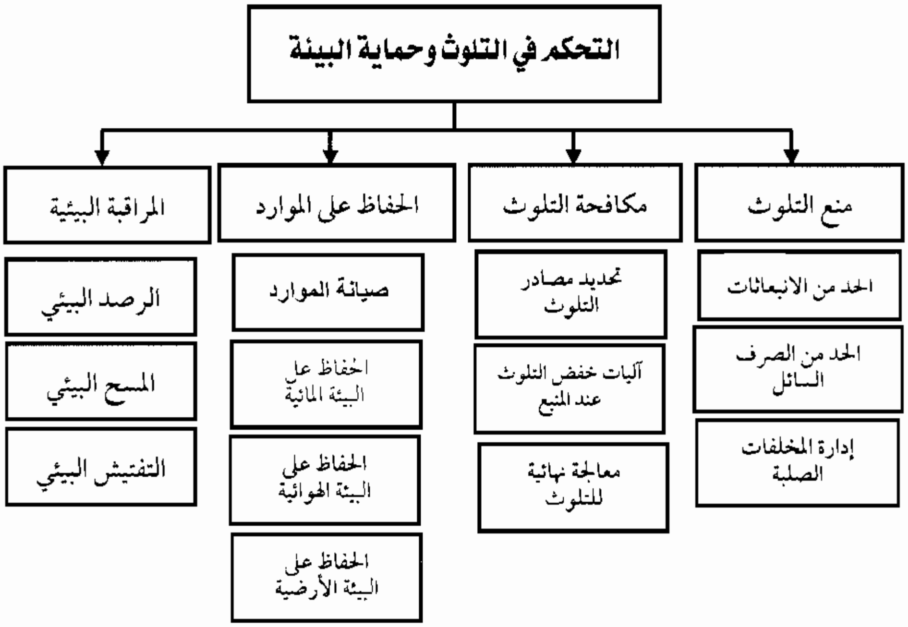
١٢ - الاستخدام الآمن للمواد الكيماوية.

١٣ - إدارة المخلفات الخطرة.

١٤ - إدارة النفايات الصلبة والمياه المستخدمة.

١٥ - التحكم فى نفايات الإشعاع الذرى.

والشكل التالي هو لمخطط يبين عناصر التحكم في التلوث وحماية البيئة.



شكل (٥-٢): مخطط يبين عناصر حماية البيئة.

٥-٥. صيانة الموارد الطبيعية كأحد أهم عمليات المحافظة على البيئة

هي إدارة وحماية الموارد الطبيعية، واستخدامها بحكمة. وتتضمن الموارد الطبيعية كَّل الأشياء التي تساعد على تدعيم الحياة، مثل: ضوء الشمس والماء والتربة والمعادن. وتعد النباتات والحيوانات أيضاً موارد طبيعية.

تضمُّ الأرض إمدادات محدودةً من موارد طبيعيةٍ كثيرةٍ. ويظل استخدامنا لهذه الموارد، على أية حال، يتزايد بتزايد عدد السكان، وبالتالي يرتفع مستوى معيشتنا .ويعمل المهتمون بالصيانة من أجل ضمان أن البيئة يمكن أن تستمر في الإمداد بحاجات الناس. وبدون الصيانة سوف تتبدد موارد الأرض وتتدهور أو تخرب.

تتضمن الصيانة مجموعة كبيرة ومتنوعة من النشاطات. ويعمل المهتمون بالصيانة على الحفاظ على الأرض الزراعية منتجةً، وهم يديرون الغابات (الغابات) لتوفّر

الأخشاب، وتوفِّر المأوى للحياة الفطرية، وتزوّد الناس بفرص الترفيه ويعملون على إنقاذ المناطق الطبيعية والحياة الفطرية من تخريب الإنسان . وهم يحاولون إيجاد الطرق لتنمية الموارد المعدنية، واستخدامها دون الأضرار بالبيئة. ويبحث المنادون بالصيانة أيضًا عن طرق آمنة، يمكن الاعتماد عليها، وتساعد على تلبية حاجات العالم من الطاقة. وبالإضافة لذلك، يعملون لتحسين الحياة في المدينة، بالبحث عن حلول لتلك المشكلات، مثل: تلوث الهواء، والتخلص من النفايات ، والفساد الحضري.

ويُقسِّم المنادون بالصيانة أحيانًا الموارد الطبيعية إلى أربع مجموعات:

١ -موارد لا تنضب.

٢- موارد متجددة.

٣- موارد غير متجذدة.

٤- موارد يمكن إعادة تدويرها.

والموارد التي لا تنضب مثل ضوء الشمس والهواء. ويعد الماء موردًا لاينضب، لأن الأرض تحتوي على نفس الكمية من الماء باستمرار. ولكن إمدادات الماء تختلف من منطقة لأخرى حيث يوجد في بعض المناطق نقص في المياه النظيفة العذبة. وإمدادات الملح، وبعض المعادن الأخرى متوافرة لدرجة أنه من غير المحتمل أن تنفد.

ويمكن أن تُسْتَهْلك الموارد المتجددة، ويحل محلها أخرى؛ إذ إن النباتات والحيوانات التي تتكاثر تعيد نفسها. ولا يمكن تخزين الموارد المتجددة للاستخدام في المستقبل. وعلى سبيل المثال، يجب قطع الأشجار العتيقة، وإلا فإنها سوف تصبح عديمة الفائدة كمصدر للأخشاب. وبالإضافة لذلك تتفاعل الموارد المتجددة بعضها مع بعض؛ لأن معظمها كائنات حية، ولذلك فإن استخدام مورد متجدد يؤثر في الموارد الأخرى. وعلى سبيل المثال يؤثر قطع الأشجار في النباتات الأخرى وفي حيوانات كثيرة، كما يؤثر أيضًا في التربة وموارد المياه. وربما تعد التربة موردًا متجددًا؛ لأن المحاصيل يمكنها أن تنمو على الأرض

نفسها لعدة سنوات، إذا لقيت التربة العناية الصحيحة. وعلى أية حال إذا سُمِحَ أن تجرف التربة بفعل الماء او تذروها الرياح، فهي يمكن أن تسترجع على مدى مئات السنين.

أما الموارد غير المتجددة مثل: الفحم الحجري والحديد والنفط فلا يمكن أن تُعوّض. ولقد أخذت هذه الموارد آلاف او ملايين السنين لتتكون. وتنفد إمداداتها الحالية بأسرع من أن تتكون إمدادات جديدة. ويمكن تخزين معظم الموارد غير المتجددة للاستخدام في المستقبل. وأحياناً تترك المعادن في الأرض لادخارها للسنين المقبلة. ويحدث تفاعل ضعيف بين معظم الموارد غير المتجددة، ولهذا فإن تأثير واحد من الموارد غير المتجددة، على آخر ضعيف. وعلى سبيل المثال، لايؤثر تعدين الفحم الحجري في إمدادات الفضة أو النحاس.

ويمكن استخدام الموارد أكثر من مرة، بإعادة تدويرها؛ فعلى سبيل المثال يمكن استخدام الألومنيوم لعمل الأواني، ثم يعاد تصنيعها واستخدامها.

ولقد تكرر تطبيق بعض أشكال الصيانة لعدة مئات من السنين، وفي أواخر القرن العشرين، تحولت الصيانة لتعني حماية البيئة من خلال فهم علم البيئة.

ومن أصعب التحديات التي تواجه الصيانة التوفيق بين هدفين متضاربين أحيانًا:

١ - حماية البيئة.

٢ - الحفاظ على الإنتاج الزراعي والصناعي أو تنميتهما.

وعلى سبيل المثال، يلوث الاستخدام الزراعي لبعض المخصبات والمبيدات الكيميائية البيئة، ولكنها أيضًا تزيد من غلة المحاصيل. ولهذا لايريد معظم المزارعين إيقاف استخدام هذه الكيماويات. ومن أجل حل هذه المشكلة فإن هناك حاجة لتوجهات جديدة في الإدارة.

ويمكن أن تُحقَّق الأهداف الصعبة للصيانة فقط من خلال الجهود المشتركة لكثير من الناس، ويجب أن تعمل قيادات رجال الأعمال وموظفو الحكومة والعلماء والمواطنون الأفراد كلهم معاً لصيانة الموارد الطبيعية.

أهمية صيانة الموارد

يهتم الكثير من الناس بالصيانة لعدة أسباب مختلفة، فقد يمارس المزارعون الصيانة لمنع الانجراف، وللحفاظ على نوعية التربة. وربما يهتم سكان المدن بصفة رئيسية بتلوث الهواء، وعدم كفاية المتنزهات، وتدهور المناطق المجاورة. وربما يدعم محبو الطبيعة الصيانة؛ لأنهم يقدرون الجمال وقيمة الحياة الفطرية والمناظر الطبيعية الأخرى .وربما يشجع المديرون التنفيذيون في مجال الأعمال الصيانة، للمساعدة على تأمين إمدادات مستمرة للمعادن والموارد الأخرى، التي تعتمد عليها صناعاتهم. ولكن الصيانة بوجه عام مهمة لسببين رئيسيين:

١- تلبية الطلبات على الموارد الطبيعية.

٢ - الحفاظ على نوعية الحياة.

تلبية الطلبات على الموارد .لقد زاد الطلب على الموارد الطبيعية نتيجة للنمو المتزايد في سكان العالم، وارتفاع مستوى المعيشة في بلاد عديدة. وبينما ازداد الطلب على الموارد، فإن المعروض منها لم يقابل المطلوب. وكانت النتيجة أن نفدت بعض الموارد بسرعة.

وفي الفترة بين ١٦٥٠-١٨٥٠م، تضاعف عدد سكان العالم. ومنذ عام ١٨٥٠م زاد عن أربعة أضعاف. واليوم يبلغ عدد سكان العالم حوالي ٥.٥ بليون نسمة. وإذا استمر معدل نمو السكان الحالي، فإن عدد الناس على الأرض سوف يتضاعف كل ٤١ سنة. وسوف ينتج عن مثل هذه الزيادة في عدد السكان زيادة أكثر في الطلب على الموارد الطبيعية. وسوف يحتاج الناس إلى مزيد من الأرض مكانًا للعيش ولزراعة الطعام. وسوف يحتاجون أيضًا إلى مزيد من الوقود والماء العذب. ولا يعرف أحد عدد الناس الذي يمكن أن تحتمله الأرض. ولكن معظم المهتمين بالصيانة، يعتقدون أن معدل نمو السكان يجب أن ينخفض لكي نمنع نفاد الكثير من مواردنا الطبيعية.

ولقد أدى ارتفاع مستوى المعيشة في الدول الصناعية إلى المزيد من الطلبات على الموارد الطبيعية. وبالإضافة إلى ذلك يعمل الكثير من الدول النامية على رفع مستوى المعيشة، وتزداد طلباتها على الموارد.

ويدعم مستوى المعيشة المرتفع في كثير من الدول بدرجة كبيرة نمو الصناعة. وتستخدم الصناعة كميات ضخمة من الوقود والمصادر الأخرى. وهي تعتمد على الإمدادات المستمرة من هذه المصادر. وعلى أية حال ما لم نمارس الصيانة، فإن النقص في بعض الموارد سوف يظهر خلال المائة عام القادمة.

وفي كثير من الحالات، تتسبب الحاجة المستمرة إلى توفير أحد الموارد في صعوبة صيانة مورد آخر. فالأرض التي يحتاجها إنتاج الطعام والخشب أو الوقود غالباً ما يكون لها قيمتها من أجل الحياة الفطرية وفرص الترفيه أو التمتع بالجمال الطبيعي. وعلى سبيل المثال، ربما يوفر بناء السد المياه لري الأراضي الزراعية، أو لتوليد الطاقة الكهربائية، ولكنه قد يخرب الأراضي ذات المناظر الجميلة، ومواطن الحياة الفطرية.

الحفاظ على نوعية الحياة .يستخدم المهتمون بالصيانة مصطلح نوعية الحياة، ليشيروا إلى صحة البيئة. ويحدد نوعية الحياة عوامل كثيرة مثل الهواء والماء النظيفين، وفطرية المناطق الطبيعية، ومدى تدخل الإنسان فيها.

ولقد أدى النمو الصناعي إلى ارتفاع مستوى المعيشة لعدد كبير من الناس. ولكنه أضرّ أيضًا بالبيئة بطرق أفسدت نوعية الحياة. وعلى سبيل المثال، يطلق الكثير من المصانع الدخان والملوثات الأخرى في الهواء، ويفرغ مواد النفايات في البحيرات ومجاري المياه. وأصبح الهواء نتيجة لذلك غير صحيّ للتنفس في كثير من المدن، والمياه في كثير من البحيرات والجداول غير آمنة للشرب أو الاستحمام. وتُسبب بعض طرق التعدين أيضاً التلوث وتترك الأرض جرداء ممتلئة بالندوب. ويسهم استخدام بعض المنتجات الصناعية في التلوث. فالغازات المنبعثة من عادم السيارة على سبيل المثال، تعد مصدرًا رئيسيًّا لتلوث الهواء.

ومن أجل المحافظة على نوعية الحياة أو تحسينها، يجب تنمية الموارد الطبيعية، واستخدامها بالطرق التي تسبب أقل ضرر ممكن للبيئة. وبالإضافة إلى ذلك تحتاج بعض الأماكن الحفاظ عليها في حالتها الطبيعية، وحمايتها من النمو الصناعي والزراعي . فالمراعي والأراضي الرطبة والغابات، والبيئات الأخرى الطبيعية، توفر المأوى لكثير من

أنواع الحيوانات، وبهذا تسهم في التنوع البيئي للأرض. وإذا لم نحافظ على هذه البيئات، فسوف تتكون مناطق واسعة من مواطن قليلة الأنواع، أي بيئات تأوي أنواعاً قليلة فقط من النباتات والحيوانات.

وقد حلت المناطق أحادية النوع محل المناطق المتنوعة من الناحية البيئية في أجزاء كثيرة من العالم. وعلى سبيل المثال، حلت حقول الذرة الشامية والقمح، محل مراعي شمالي أمريكا، ونتيجة لذلك فإن الحياة الفطرية مثل الوعل الأمريكي (شائك القرن) وفراخ المراعي، التي كانت تتوافر يومًا ما في المراعي لم تعد متوافرة بها الآن.

أنواع صيانة الموارد

يقسّم هذا الجزء مجال الصيانة الواسع إلى ثماني فئات رئيسية، هي:

١- صيانة التربة.

٢- صيانة المياه.

٣- صيانة الغابات.

٤- صيانة المراعي.

٥- صيانة الحياة الفطرية.

٦ -صيانة المعادن.

٧- صيانة الطاقة.

٨ -صيانة الحضر.

وكل نوع من الصيانة له مشكلاته والحلول الخاصة به. وفي حالات كثيرة، على أية حال، يؤثر التصرف في إدارة أحد الموارد في موارد أخرى عديدة. وعلى سبيل المثال، تساعد صيانة الغابات في المحافظة على المياه، والتربة، والحياة الفطرية. وتمتصّ الغابات مياه الأمطار، وبهذا تحفظها من السريان على الأرض بسرعة كبيرة. وهي بذلك تساعد على منع مياه الأمطار من جرف التربة، وتوفر أيضاً المأوى للحياة الفطرية. ويعتمد كل كائن حي، بالطريقة نفسها، على الأشياء الأخرى الحية وغير الحية ويتفاعل معها. وتُكوّن الكائنات الحية ومحيطها الطبيعي النظام البيئي.

٥-٦- دور كل من السياسة البيئة والثقافة البيئية في التحكم في التلوث البيئي

إن تأمين الأسس الطبيعية للحياة الإنسانية من خلال حماية مسئولة لبيئة متمثلة بالوقاية الاحتياطية ضد الأخطار البيئية على ضوء وجهات النظر الإيكولوجية والاقتصادية والاجتماعية يُعتبر اليوم وعلى المستويين الوطني والعالمي إجراءً أساسيًّا لضمان مستقبل آمن من المشكلات البيئية. هذا ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إدراك ونشر وتطبيق ما يسمى بمفهوم السياسة البيئية.

تمثل السياسة البيئية جزءاً من السياسة العامة والضرورية لمستقبل إنسان أفضل. كما أن مهمة السياسة البيئية لا تنحصر فقط في معالجة الأضرار البيئية المتواجدة أصلاً، وإنما تتعدى ذلك للمطالبة بتجنب المشكلات البيئية وتقليل الأخطار الناجمة عنها قدر الإمكان، كما تسعى إلى إيجاد وتطوير الإجراءات الضرورية والفعّالة لحماية صحة الإنسان وحياته وقيمته من كافة أشكال التلوث.

إن الدور الذي ينبغي على السياسة البيئية أن تلعبه مرتبط و بشكل وثيق بالثقافة البيئية. ففي الوقت الذي تطمح فيه السياسة البيئية لحل المشكلات البيئية باستخدام إجراءات تقنية وإدارية تسعى الثقافة البيئية على التوازي وباهتمام متزايد لإحداث تغييرات في طرق التفكير و السلوك البيئي عند الإنسان؛ حيث إن جسر العبور إلى مجتمع يمتلك صفات الاستمرارية يتم تأسيسه بتوجيه المجتمع والنهوض به بحيث يتصرف كل شخص وكأنه صاحب قرار ناضج.

هذا وتهدف الثقافة البيئية إلى تطوير الوعي البيئي وخلق المعرفة البيئية الأساسية بغية بلورة سلوك بيئي ايجابي ودائم، والذي هو بمثابة الشرط الأساسي كي يستطيع كل شخص أن يؤدي دوره بشكل فعّال في حماية البيئة وبالتالي المساهمة في الحفاظ على الصحة العامة. وهنا تكمن أهمية الثقافة البيئية والسعي الدؤوب لتطويرها، بغية نشرها وإنضاجها لتتحول بذلك إلى مجال خاص مهم وقائم بذاته قادر على أن يأخذ دوره في المناهج التدريسية في كافة المراحل المدرسية والجامعية بهدف تنشئة أجيال بعقول جديدة تعي مفهوم الثقافة البيئية وتعمل على تطبيقها.

تتحقق الثقافة البيئية في كل مراحل وتجهيزات جوهر العملية الثقافية وفي مجال متابعة التعلم الحر وأيضاً في كافة المنظمات والجمعيات التي تسعى لحماية البيئة والطبيعة. ذلك من خلال عمليات تعلم وتعليم منهجية ومنظمة ومبرمجة زمنيًّا؛ بهدف بناء جيل ذي كفاءة عالية واستعداد للتعامل بخبرة وبكامل المسؤولية مع قضايا البيئة. من خلال هذه التحديدات تكتسب الثقافة البيئية مفهوماً مختلفاً يميزها عن الشكل الإخباري للاهتمام بقضايا البيئة والذي يضع بالاعتبار الأول الطريقة العفوية المشروطة بحالة ما.

وتعتبر التوعية البيئية أداة مهمة نظراً لحساسية الرأي العام للقضايا والمشكلات البيئية، وبناءً عليه فإن السياسة البيئية بارتباطها الوثيق مع الثقافة البيئية لها أهداف جوهرية أساسية وأخرى ثانوية.

إن الأهداف الجوهرية يمكن حصرها بالنقاط الرئيسية التالية:

- إن حماية وحفظ صحة وحياة الإنسان هي التزام وواجب أخلاقي، من المفترض أن يؤخذ بعين الاعتبار عند القيام بأي عمل من قبل المجتمع والدولة.
- إن الحماية والتطوير المستديم للنظام الطبيعي والنباتي والحيواني وكافة الأنظمة الإيكولوجية في تنوعها وجمالها وماهيتها ما هو إلا مساهمة رئيسية من أجل استقرار المنظر الطبيعي العام، وكذلك لحماية التنوع الحيوي الشامل.
- حماية المصادر الطبيعية كالتربة والماء والهواء والمناخ، والتي تعتبر كجزء رئيسي من النظام البيئي وفي الوقت نفسه كأساس للتواجد والمعيشة للإنسان والحيوان والنبات ولمتطلبات الاستثمار المتنوعة للمجتمع الإنساني.
- حماية وحفظ الموارد المعنوية والتراث الحضاري كقيّم حضارية وثقافية واقتصادية للفرد والمجتمع.
- العمل على حفظ وترسيخ وتوسيع فضاءات حرة؛ لخدمة الأجيال المستقبلية وأيضاً بهدف الحفاظ على التنوع البيئي الحيوي والأماكن الطبيعية.
- استبدال المصادر الأحفورية بالمصادر الطاقية البديلة.

٥-٧. حماية البيئة المائية من التلوث كإحدى أهم عمليات المحافظة على البيئة

نظراً لأهمية الماء للحياة فلابد من حمايته من التلوث، الذي يهدد كافة المصادر المائية على كرتنا الأرضية؛ لذلك لابد من اتخاذ الإجراءات الكفيلة لحمايته من التلوث بذلك كالتالي :

١ - سن القوانين والتشريعات الخاصة بنوعية الماء ومراقبة التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية.

٢ - خلق وعي بيئي وتربية بيئية لدى كافة سكان العالم. وتضمين الماء في برامج التربية البيئية في كافة المراحل الدراسية؛ لخلق جيل قادر على اكتساب المهارات العلمية والأكاديمية للتعامل مع الموارد المائية في بيئته والمحافظة عليها وصيانتها من التلوث، والتعرف على السلوك الصحيح والضار تجاه الموارد المائية. والتعرف على النواحي الجمالية في الماء واستخداماته الرشيدة، وأصبحت التربية البيئية في وقتنا الحاضر أحد أركان المحافظة على البيئة.

٣ - تحديد مناطق حماية المصادر المائية الجوفية والسطحية، وحمايتها من التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية؛ لذلك يجب دراسة مناطق التغذية المائية ومجرى المياه الجوفية والسطحية واتجاه الجريان ونوعية الملوثات ونوعية التربة والصخور المحيطة بالمصدر المائي ومصدر التلوث.

٤ - تكثيف الدراسات والبحوث في مجال تلوث المياه.

وعمومًا، تشمل عمليات حماية البيئة المائية من التلوث الجوانب الآتية :

(أ) حماية المصدر المائي من التلوث.

(ب) أولاً تأمين الماء النقي الصالح للشرب والاستخدام.

(جـ) ثانيًا الإدارة السليمة للمخلفات الصناعية والبشرية واستخدام تكنولوجيا الإنتاج الأنظف.

(د) ثالثًا مراقبة جودة المياه.

(هـ) رابعًا معالجة المخلفات السائلة.

(و) خامسًا معالجة وتنقية مياه الصرف الصناعية.

(ز) سادسًا التخلص من الزيوت البترولية الملوثة لمياه البحار والمحيطات ومكافحة التلوث البترولي .

(ح) سابعًا تطبيق التكنولوجيا الحيوية لحماية البيئة المائية من التلوث وللتخلص من معظم الملوثات المائية الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية .

(ط) ثامنًا تنمية واستخدام موارد مائية إضافية وترشيد كميات الماء المستخدمة.

(ي) تاسعًا استخدام الأسمدة العضوية الطبيعية بدلاً من الأسمدة الكيميائية الملوثة للبيئة.

٥-٨. حماية الهواء من التلوث كإحدى أهم عمليات المحافظة على البيئة

يصعب ضبط نوعية الهواء بسبب حركته الدائمة وعدم استقراريته؛ إذ لاتنحصر الرياح والملوثات التي تنقلها من منطقة جغرافية محددة. وقد تمتد طبقة الضباب الدخاني إلى عدّة أماكن مختلفة، وتتسبب في تلوث الهواء، وللحد من هذه الظاهرة يجب اتباع الآتي:

١. سن القوانين والتشريعات والمواصفات

التي تحد من تلوث الهواء والبيئة الخارجية والداخلية ، مثال ذلك القانون الوطني لحماية البيئة وتنميتها داخل كل دولة ، وقانون الوقاية من الإشعاع ، والمواصفات الخاصة بالبنزين الخالي من الرصـــاص، والتشريعات والمواصفات الخاصة بالنظافة العامة والإدارة السليمة للنفايات، وبجودة ونوعية الهواء في البيئة الخارجية والهواء الداخلي، وبتقييم الأثر البيئي للمشاريع والمنشآت الصناعية والزراعية والتجارية وغيرها، وبالحدود المسموح بها من الانبعاثات الغازية وغير الغازية، مثل: الغبار والأتربة والأبخرة وغيرها ..

٢. التخطيط العمراني والبيئي السليم للمدن والقرى

إنشاء شبكات للصرف الصحي، وشق الطرق الواسعة لتفادي الاختناقات المرورية ، وتخصيص مناطق صناعية بعيدة عن المناطق السكنية، وعلى أن تكون في عكس الرياح السائدة.

٣. رصد ملوثات الهواء المختلفة

مثل العوالق الجوية، وأكاسيد النتروجين وأكاسيد الكربون والكبريت ، والهيدروكربونات الكلية ، وغاز الميثان والهيدروكربونات غير الميثانية، والأشعة فوق البنفسجيه وغاز الأوزون والرصاص والرياح (سرعة واتجاه الرياح) والحرارة والرطوبة والأمونيا ، وأبخرة الأحماض والمذيبات العضوية وغير العضوية.

٤. معالجة النفايات

التخلص السليم من النفايات الصلبة والسائلة والغازية، قبل انطلاقها إلى البيئة الأرضية أو الهوائية، وبالتالي الحد من الانبعاثات الغازية الضارة، التي قد تنجم عن دفن النفايات أو حرقها ومعالجتها وإعادة تدويرها.

٥. الرقابة

الرقابة على المنشآت الصناعية والزراعية وأية مصادر أخرى للتلوث ، وإلزام تلك المنشآت والمصادر باتباع أساليب ونظم الإنتاج النظيف وبعدم السماح بتسرب ملوثات الهواء للبيئة للمحيطة ، وتخصيص جزء من أرباحهم إلى عمليات الإصلاح البيئي في مناطق وجودها.

٦. استغلال مصادر الطاقة النظيفة

التخطيط لاستغلال مصادر أخرى للطاقة البديلة المتجددة والنظيفة غير الملوثة، مثل: الطاقة الهوائية والطاقة الشمسية والحرارة الأرضية، والرياح ، وطاقة المد والجزر.

٧. نشر الوعي البيئي

نشر الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع وحثهم على التعاون مع البلديات وغيرها من الجهات الحكومية المعنية من أجل المحافظة على سلامة الهواء ونقائه ... فالهواء النقي يعني بيئة سليمة والبيئة السليمة تعني صحة سليمة .

٨. التشجير وزيادة الرقعة الخضراء

التوسع في زراعة الحدائق والمتنزهات والأشجار والشجيرات والمسطحات الخضراء داخل المدن وخارجها لما لها من دور مهم في تنقية الهواء من العالقة به ، وفي تحسين وتجميل البيئة والوسط المحيط.

٩. المحافظة على طبقة الأوزون

بتصنيع مواد بديلة للمركبات التي تودي إلى نضوب وإتلاف طبقة الأوزون.

١٠. الحد من انبعاثات المصانع الملوثة للهواء

وذلك بإلزام المصانع القائمة على تنقية عوادم المداخن بأجهزة فصل الأتربة وامتصاص الغازات.

٥-٩. المراقبة البيئية والرصد البيئي ودورهما في مكافحة التلوث البيئي

مقدمة

يتمثل المبدأ الأساسي في مراقبة البيئة في أخذ عينة من مادة تمثل جزءًا متممًا أو مكملاً للبيئة مثل الهواء والتربة والماء والإنسان .. ومن ثم تحليلها للحصول على معلومات عن مستويات ملوثات محددة في العينة ذاتها، والتي هي بدورها تعطي مؤشرًا ودلالة على مستويات هذه الملوثات في البيئة ككل، وفي مواد غير التي تم تحليلها؛ فأخذ عينات من البيئة المائية مثل الطحالب أو القواقع أو الأسماك يعطي صورة جيدة عن البيئة التي تعيش فيها هذه الكائنات .

ويمكن أن تتم مراقبة البيئة بإحدي طريقتين:

أولاً : المراقبة ضمن خطة قصيرة الأمد Short term survey

وهذه الطريقة تستخدم لتقدير مستوى ملوث محدد موجود في وقت الدراسة، والذي يمكن أن يعطي مؤشرًا عامًا لمستواه في البيئة .

ثانيًا : ضمن خطة طويلة الأمد «مستمرة» Long Term Continuous Survey

وهذه الطريقة تعطي صورة مستمرة لمستوى التلوث المدروس مع تغير الزمن، ومن فوائدها أنه يمكن :

١ - معرفة العلاقة بين الملوثات وآثارها الصحية .

٢- التعرف على أي تغير في مستوى التلوث مع الزمن.

٣- من معرفة آثار تطبيق اللوائح والأنظمة .

وعند مراقبة البيئة، فان هناك عديدًا من المواد، التي يمكن استخدامها في المراقبة، والتي يمكن تصنيفها ضمن مجموعتين رئيسيتين، هما:

الأولى جمع العينات سن البيئة باستخدام أدوات وأجهزة من خارج البيئة ذاتها، وهذه تحتاج لأجهزة بمواصفات معينة (High Technology Samplers).

(مثال على ذلك : جمع الأيروسولات عن طريق الترشيح، حيث تعتبر الأيروسولات معقدة التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية وتعتمد هذه العملية على نوع المرشح المستخدم ، وحجم الجسيمات ، والزمن) .

وتعطي هذه الطريقة نتائج جيدة، ولكن لها عيوبًا منها :

١ - ارتفاع التكاليف المادية .

٢ - الحاجة لمتخصصين ذوي خبرة .

٣ - الحاجة لأجهزة خاصة .

٤ - الحاجة لمصدر كهربي .

٥ - لا يمكن استخدامها لإجراء الدراسات المسحية (لتغطية مساحات كبيرة) .

الثانية: جمع عينات تشكل جزءًا من البيئة نفسها (Low Technology Monitor)

وهذه الطريقة لا توجد بها العيوب سالفة الذكر .

ومما يستخدم في هذا المجال المراقبات الحيوية Biological Monitors.

وهناك نوعان من المراقبات الحيوية :

أ - المراقب البيئي الحيوي The Environmental Biological Monitor

ب - المؤشر البيئي الحيوي The Environmental Biological Indicator

والمراقب البيئي الحيوي يعكس ويدل على مستوى التلوث في البيئة المحيطة به بمقدار ما يحتويه من الملوث .

أما المؤشر البيئي الحيوي فيعكس ويدل على مستوى التلوث بمقدار أثره بوجوده في بيئته؛ أي إن المراقب البيئي الحيوي كمي وكيفي، أما المؤشر البيئي الحيوي فهو كيفي فقط يدل على الوجود.

ومن المراقبات البيئية الحيوية :

النباتات الراقية – النباتات الأولية – الحيوانات – الطيور – الإنسان .

ومن شروط المراقب البيئي الحيوي الجيد ما يلي :

١ - التوافر بشكل منتشر في البيئة تحت الدراسة «التوافر المكاني».

٢ - التوافر طوال أيام السنة وفصولها «التوافر الزماني».

٣ - سهولة أخذ العينة .

٤ - تناسب محتواه من الملوث المدروس مع مستواه في بيئته .

استخدام الكواشف البيئية في المراقبة البيئية

تستخدم بعض أنواع الكائنات الحية ككواشف تدل على طبيعة أو ظروف البيئة المحيطة بها، ويكون ذلك إما بدليل وجودها أو غيابها أو شكلها أو وفرتها.فمثلاً تنمو نباتات من الجنس أستراغالس Astragalus مرتبطة بالسيلينيوم، وهو معدن من المعادن الموجودة في التربة والتي تتواجد بصورة عامة في رسوبيات اليورانيوم أو قريبة منها.وهكذا تستخدم هذه النباتات للاستدلال على مكامن خام اليورانيوم.وقد دلت الدراسات على أن تواجد الصنوبر Pinus والعرعر Juniperus فوق مصادر اليورانيوم يؤدي إلى احتواء أغصانها الهوائية على تراكيب عالية من اليورانيوم، ويمكن الاستدلال على ذلك عن طريق جمع كمية من الأوراق وحرقها وفحص رمادها، فإذا كانت النسبة جزئين في المليون، فإن اليورانيوم قابل للإستغلال تجاريًا. وغالبًا ما يستخدم نبات البرعم الأحمر Cercis canadensis كدليل على وجود الدولوميت (كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم).

ويعد وجود البكتريا القولونية E.coli (وهي من الكائنات الدقيقة التعايشية في أمعاء الإنسان والحيوان) في الماء دليلاً على تلوثه بالبراز، فإذا فاق عدد البكتريا المذكورة معايير معينة في بحيرة بركة، تمنع السباحة فيها.وتستخدم أيضاً الطحالب لنفس الغرض، حيث تدل على التلوث بالمجاري العامة، الذي يؤدي الى ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication. فازدهار الطحلب الأخضر Chlorela يدل على التلوث.كما يدل الطحلب الأخضر المزرق *Anabaena* على تلوث أكثر خطورة. ويوجد الكثير من الأنواع النباتية، التي تدل على المناطق الجافة أو الرطبة أو المناطق الساحلية، وتدل بعض النباتات على أنواع التربة أو ملوحتها، وتدل أنواع أخرى على المناخ السائد في المنطقة.

وهناك طراز آخر من الكواشف البيئية وهو ظهور أعراض مرضية معينة مرتبطة ببيئة معينة أثرت على نبات أو حيوان؛ فتكون بعض أنواع النباتات تقرحات أو بقعًا استجابة للمرثات هوائية معينة. مثلاً تدل علامات بين عروق أوراق البنفسج على تراكيز عالية من

ثاني أوكسيد الكبريت.ويدل ظهور علامات بيضاء صغيرة على نباتات التبغ على مستويات عالية من الأوزرون في الهواء، بينما يدل اختفاء الأشنات على التلوث الهوائي بنسب عالية من الكبريت في الهواء.

٥-١٠. الرصد الذاتي البيئي

يتضمن الرصد الذاتي البيئي رصد الانبعاثات وتأثير الملوثات على الأوساط البيئية المستقبلة. إن الالتزام بحدود الانبعاثات التي حددتها القوانين واللوائح البيئية يضمن الحفاظ على نوعية الأوساط البيئية المستقبلة. إن رصد التأثيرات البيئية للملوثات ليس إجراءًا وقائيًا ولكنه يوفر تقييماً للحالة الراهنة للأوساط البيئية المستقبلة بعد وقوع الأضرار التي تسببت فيها الملوثات. وفي المقابل تهدف إجراءات رصد الأنبعاثات إلى تقليص الانبعاثات عند المصدر، عن طريق الإجراءات الوقائية وإجراءات الحد من التلوث.

مكافحة التلوث البحري عن طريق الرصد البيئي البحري

برنامج الرصد البيئي للتلوث البحري يشمل الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر، والرصد البيئي لمواصفات مياه الشواطئ (منطقة المد والجزر) وعن كيفية الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر يتم عمل الآتي:

أولاً: اخذ عينات من مياه البحر :

وتقوم المعامل بقياس بعض مؤشرات التلوث، عن طريق الاختبارات التالية :

١- المواد الصلبة العالقة الكلية.

٢- الكلوروفيل.

٣- المغذيات الأساسية للهوائم النباتية :(NUTRIENTS) التي تشمل:

أ- الفوسفات.

ب- مركبات النيتروجين: المتمثلة في النيتريت والنترات والأمونيا.

جـ- السليكات.

٤- المعادن الثقيلة التي تشمل النحاس، والزنك، والحديد، والمنجنيز، والرصاص، والكادميوم، والفانيديوم، والنيكل، والزئبق والزرنيخ.

٥- -المواد الهيدروكربونية البترولية الكلية.

٦- المؤشرات البكتيرية الدالة على التلوث وتشمل البكتيريا القولونية الكلية، والبكتيريا القولونية البرازية، والبكتيريا السبحية البرازية وبكتيريا الكلوستريديوم وبكتيريا السالمونيلا.

ثانيًا: الرسوبيات القاعية:

يتم جمع عينات للرسوبيات من تربة القاع من مواقع مياه البحر نفسها، ويتم تحليلها لبيان تراكيز المعادن الثقيلة والمواد الهيدروكربونية البترولية، والبكتيريا الدالة على التلوث. كما يتم تحليل عينات من الرواسب تحت السطحية Core من بعض المواقع كل فترة زمنية، لمعرفة السجل الزمني للملوثات، كما يتم قياس مؤشرات التلوث البكتيري في عينات الرسوبيات القاعية.

ثالثًا: الأحياء المائية:

١- القواقع ذات المصراعين: يتم جمع العينات من القواقع ذات المصراعين كأحد مؤشرات التلوث من عدة مواقع شاطئية بواقع مرتين سنويًا لقياس المعادن الثقيلة، والمواد الهيدروكربونية الكلية، وهذا أسلوب عالمي متبع في كثير من الدول.

٢- الأسماك :تقوم المعامل بتحليل عينات من أنسجة أنواع من اسماك البيئة البحرية؛ للكشف عن المعادن الثقيلة (النحاس، الزنك، الحديد، المنجنيز، الكروم، الكادميوم، الزئبق، الرصاص ،النيكل والفانديم) والمواد الهيدروكربونية الكلية فيها عند الحاجة، وأنواع البكتيريا التالية:

- Vibrio Cholerac Bacteria - Vibrio Paraheamolyticus Bacteria- Salmonella Sp. -- Streptococcus Agalactiae Bacteria

٥-١٠-١. رصد وقياس الملوثات الهوائية

قياس ورصد تلوث الهواء بالملوثات الهوائية هو الخطوة الأولى للتحكم في التلوث فمعرفة تركيب وخصائص وتركيز الملوثات هي أساس التقليل من حجم الملوثات المنطلقة ، والتحكم في نوعية بعضها ، والسيطرة عليها والحد من تأثيراتها واختيار الطرق والإجراءات المناسبة للتحكم فيها .

برامج رصد ملوثات الهواء

يتطلب برنامج رصد ملوثات الهواء إعداد خطة على المدى القصير، وأخرى على المدى البعيد للتأكد من نوعية الهواء. وعند الإعداد لهذه البرامج لابد من توافر:

- الأفراد المدربين تدريبًا جيدًا.
- المعلومات الكافية عن المنطقة المراد دراستها.
- مصادر التلوث ونوعية الملوثات المتوقعة.
- أجهزة القياس والرصد المناسبة.
- المعلومات المناخية بالمنطقة.

الملوثات التي يتم قياسها في الهواء:

- ثاني أكسيد الكبريت
- الأوزون.
- أكاسيد النيتروجين.
- الهيدروكربونات.
- أول أكسيد الكربون.
- الرصاص.
- الأمونيا.
- كبريتيد الهيدروجين.
- [illegible]

ويتم ذلك من خلال أجهزة رصد أو محطات يتم تحديد عددها تبعًا لعدد السكان كما هو مبين بالجدول التالي.

جدول (٥-١)

عدد أجهزة الرصد طبقًا لعدد السكان.

عددالسكان	متوسط عدد المحطات لكل ملوث على حدة					الأرصاد الجوية
	CO	SO_3	SO_x	SO_2	جسيمات صلبة	حركة واتجاه الرياح
أقل من مليون	١	١	١	٢	٢	١
1-4 مليون	٢	٢	٢	٢	٢	٢
4-8 مليون	٤	٣	٤	٨	٨	٢
اكثر من 8 مليون	٥	٤	١٠	٥	٥	٣

ويمكن أن يتم القياس عن طريق أخذ عينات لفترات زمنية.

فترات القياس

يجب تحديد نوعية البرنامج القياسي بالقياس؛ حيث يمكن أن يكون:

- برنامج الرصد على المدى القصير لعمل مسح ميداني مبدئيًّا وسريعًا.
- برنامج رصد متقطع للقياس على مدى شهر أو فصل أو يوم أو أسبوع.
- برنامج رصد دائم؛ حيث يتم باستخدام أجهزة رصد أتوماتيكية.

أحمال التلوث للملوثات الهوائية

يتم حساب الأحمال لبعض ملوثات الهواء، ومن أهمها:

- الجسيمات الدقيقة.
- أول أكسيد الكربون.
- الهيدروكربونات.
- ثاني أكسيد الكبريت.

- أكاسيد النيتروجين.
- المعادن الثقيلة.

ويجب قياس معدل تصرف الانبعاثات بالإضافة إلى قياس تركيز كل أو بعض هذه الملوثات طبقاً لأهميتها. ومن المعروف أن تركيز الملوثات وكذا معدل تصرف الانبعاثات يتأثران بظروف ومعدلات التشغيل للعمليات التى تصدر عنها هذه الانبعاثات.

وعلى سبيل المثال، فإن تركيز الملوثات فى غازات العادم الناتجة عن حرق الوقود فى وحدات توليد الطاقة مثل الغلايات والأفران يتغير بتغير نوع الوقود أو مواصفاته بالإضافة إلى التغيرات فى ظروف التشغيل .ويضاف إلى ذلك أن معاملات التشغيل وكذا الانبعاثات قد تتأثر بالظروف الجوية المحيطة وأهمها درجة الحرارة والضغط والرطوبة النسبية .وعلى ذلك، فليس من المتوقع أن تكون هناك قيمة واحدة لتركيز الملوث فى الانبعاثات على مدى الفترة المطلوبة لتقدير حمل التلوث .ومن الناحية العملية فإنه يتم حساب أحمال الملوثات بإحدى الطرق التالية :

نظام الرصد البيئي للملوثات الهوائية :

هناك أربعة أنواع رئيسية من الرصد البيئي للملوثات الهوائية وهي:

- الرصد العرضي المتقطع.
- الرصد المنتظم.
- الرصد المتكرر.
- الرصد المكثف.

١ - **الرصد العرضي «المتقطع»** : حيث يجرى مرة كل شهر أو كل عام بهدف مراجعة مستوى الانبعاثات الفعلي، ومقارنته بالمستوى المتوقع أو المعتاد تحت الظروف العادية .

٢ - **الرصد المنتظم** : حيث يجرى من مرة إلى ثلاث مرات فى اليوم إلى مرة كل أسبوع، وتزداد الحاجة لعديد من المرات بهدف الكشف عن الظروف غير العادية أو عندما تقل كفاءة العمليات الصناعية؛ للتمكن من إيجاد حل تصحيحي سريع (تشخيص -إصلاح -صيانة) ويجب أن يكون وقت أخذ العينات مناسبًا .

٣ - **الرصد المتكرر** : حيث يجرى القياس مرة كل أسبوع، ويتطلب ذلك دقة عالية، وتقليل التفاوت فى القراءات؛ للتأكد من عدم الإضرار بالبيئة. ويجب أن يتناسب عدد العينات مع كمية الانبعاثات .

الرصد المكثف : حيث يجري القياس بطريقة مستمرة أو متتابعة بمعدل يتراوح بين ٣ إلى ٢٤ عينة يومياً. ويستخدم ذلك عندما تكون ظروف التشغيل غير ثابتة ويمكن أن تؤدي إلى انبعاثات تفوق الحدود القصوى المسموح بها. والغرض هو تحديد كمية الانبعاثات فى أوقات حقيقية أو عند أوقات محددة تصل فيها الانبعاثات إلى حدود قصوى .

يجب أن يكون نظام الرصد الذاتى المتقدم والكفء هو الهدف لأي منشأة صناعية فى مصر، حيث إنه يجلب العديد من المزايا للمنشأة وللبيئة .ولكن الواقع المصري ينبئ بأن كثيرًا من الشركات يجب أن تقوم ببناء نظامها للرصد الذاتى خطوة خطوة بدءاً من مستوى يلائم مواردها. ويجب أن يتم ذلك دون أن يتكلف الكثير من الاستثمارات، ويجب كذلك أن يحقق هدف الالتزام وإعداد السجل البيئى للسلطات، كما هو مطلوب بحكم القانون ويمكن أن يتحسن نظام الرصد الذاتى ويتطور باستمرار.

ويمكن أن يتطور نظام الرصد الذاتى بطرق واتجاهات مختلفة: مثل : الأهداف ومجال التغطية بحيث يمتد وينمو باستمرار أو على خطوات. ويعتمد تطور نظام الرصد الذاتى على ظروف المنشأة وتطور مواردها. وتحتوى كل خطوة على طريق التطور عملية تحسين مستمر داخليا بحيث تضمن أحسن كفاءة وجودة للرصد الذاتى فى هذا الإطار. ويكون تطوير نظام الرصد الذاتى بهدف الحصول على بيانات أكثر، يمكن استخدامها من أجل :

١ - تحديد العمليات والمصادر الأخرى ذات المساهمة الكبيرة في أحمال التلوث.

٢ - تحقيق التحسين الفعلي لإدارة عمليات الإنتاج كلها، وإجراء العمليات بسلاسة أكثر.

٣ - تحسين خطط الصيانة.

٤ - تحديد ووضع أولويات المشروعات والاستثمارات المصاحبة.

٥ - تحسين الأداء البيئي بطريقة اقتصادية.

رصد الانبعاثات للهوائية

ويمكن قياس الانبعاثات للهواء إما بطريقة دورية أو بطريقة مستمرة أو حساب الانبعاثات بواسطة موازنة الكتلة .

القياسات الدورية

تعكس القياسات الدورية حالة الانبعاثات خلال زمن مختار لأخذ العينة. ويتم تحديد الكميات المطلوبة بواسطة القياسات الدورية لكل حسابات الانبعاثات، مثل: حجم الدفق، المحتوى الأكسجيني ورطوبة الدخان، وكذلك يتم استخدام نتائج القياسات الدورية للمساعدة في تحويل نتائج القياسات المستمرة للتركيزات إلى انبعاثات سنوية. ويتم إجراء القياسات الدورية كقياسات منفردة يدوية وكقياسات مستمرة لفترة زمنية قصيرة بواسطة المصنع نفسه، أو بواسطة جهة قياس خارجية. ويجري القياس الدوري للانبعاثات سنويا لكل من مكونات الإنبعاثات التالية , C_1, CO_2, CO, SO_2 : NO_x والجسيمات. وفي جميع الأحوال يجب ملاحظة ضرورة القيام بالصيانة الدورية، والتحكم والمعايرة للحصول على مستوى مقبول من الدقة.

القياسات المستمرة

تصف القياسات المستمرة التغيرات الزمنية لتركيزات مكونات الانبعاثات خلال التشغيل. وتكون المتطلبات العامة لنظم الرصد المستمر هي أن تكون أماكن أخذ العينات ممثلة وأن تكون معدات الرصد مناسبة للتركيزات التي يتم رصدها وذلك في الأحوال

السائدة. يفضل أن يكون نظام التحكم في بيانات الانبعاثات جزءًا من نظام التحكم في العملية .وعموما يتم القياس المستمر ل TRS, SO_x :، الجسيمات، CO_2.

١ - حساب الإنبعاثات بواسطة موازنة المواد (موازنة الكتلة) Mass balance

يمكن أن تؤدي الاختلافات في طرق الحسابات إلى أخطاء عند مقارنة الأحمال البيئية للمصانع المختلفة .ويتم استخدام حسابات موازنة المواد لاستكمال قياسات الإنبعاثات وذلك للحصول على انطباعات حول مدى دقة نتائج القياس وكذلك لإعطاء صورة عامة عن المستوى الكلي للإنبعاثات لكل مكون. وقد تكون كمية الإنبعاثات المنتشرة (الهاربة)التي لا يمكن تسجيلها بواسطة قياسات الإنبعاثات كبيرة.

وتتضمن موازنة المواد تحديد كميات الكيماويات الداخلة والخارجة من العملية وتكتب موازنة المواد كما يلي:

المدخلات + التوليد = المخرجات + الاستهلاك

المدخلات	وهي المواد (الكيماويات) الداخلة في العملية، مثل: إضافة الكلور لمياه العمليات كمطهر، تعتبر مدخلاً في عملية معالجة المياه.
التوليد	هو تلك الكيماويات التي يتم توليدها خلال العملية، مثال: عند استخدام مواد نتروجينية خلال نظم المعالجة البيولوجية لمياه الصرف، قد ينتج عنها أمونيا إضافية (مولدة).
المخرجات	وتعني أي مسار تخرج الكيماويات عبره من العملية. وقد تشمل المخرجات الإنبعاثات داخل الموقع وكل أنشطة إدارة المخلفات، التخزين، أو التخلص، أو أيضا كمية المادة الكيماوية التي تترك الموقع ضمن النواتج النهائية. في عملية طلاء العبوات مثلاً تخرج الصبغات المستخدمة كجزء من المنتج كما تخرج على المرشحات الموجودة في أكشاك الطلاء ليتم التخلص منها.
الاستهلاك	ويعني كمية المادة الكيماوية التي تحولت إلى مادة أخرى خلال العملية (أي تفاعلات). مثال: كمية حمض الفوسفوريك التي تستهلك عند المعادلة في معالجة مياه الصرف. ويمكن استخدام أسلوب موازنة الكتلة للمواد المصنعة أو المجمعة وخلافه. وعادة ما يكون أكثر فائدة للكيماويات التي لا تصبح جزءاً من المنتج

	النهائي، مثل المحفزات، المذيبات، الأحماض والقواعد. وقد لا يكون أسلوب موازنة الكتلة الأسلوب الأمثل للتعامل مع الكميات الكبيرة للمدخلات والمخرجات، لأن أصغر خطأ أو عدم تأكد في حسابات الكتلة قد يؤدي إلى أخطاء في تقدير الانبعاثات وبقية تقديرات إدارة المخلفات. وتستخدم حسابات موازنة الكتلة أيضا لفحص تأثيرات تقليل الانبعاثات على موازنات المواد في المصنع. وتعطي حسابات موازنة الكتلة انطباعا عن مستوى انبعاثات مادة بعينها ولكنها لا تقدم الكميات الدقيقة للانبعاثات، ولا توزيعها بين الانبعاثات في الهواء وفي مياه الصرف والمخلفات الصلبة. وتقوم حسابات موازنة المواد غالبا على التركيزات والتدفقات التقديرية للعمليات. ويحتاج حساب متوسط موثوق فيه لمستوى الانبعاثات في المصنع إلى رصد طويل المدى للعمليات وفحص إحصائي.

٢ - معاملات الانبعاثات Emission factors

يعرف معامل الانبعاث بأنه قيمة ممثلة تربط بين كمية انبعاث ما والنشاط المحدد المنتج لهذا الانبعاث. وعادة ما يعبر عن تلك المعاملات بأنها وزن الانبعاث الناتج لكل وحدة وزن، أو حجم، أو مسافة أو زمن ذلك النشاط (مثال كجم انبعاثات متحرر لكل كجم من المنتج). وقد تم إعداد معاملات للانبعاثات لعديد من الصناعات والأنشطة المختلفة. وتعتمد معاملات الانبعاثات على التكنولوجيا المستخدمة، والمواد الخام ومعدات التحكم في الانبعاثات.

جمع عينات الهواء:

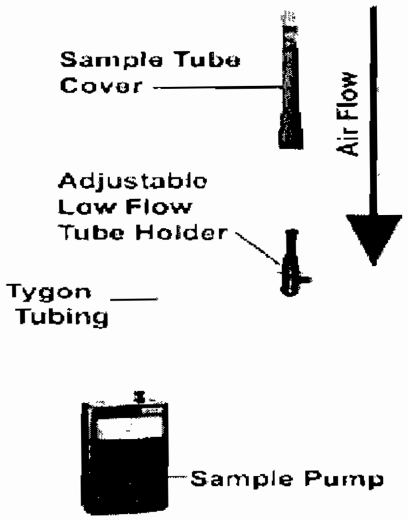
هناك نوعان من العينات الهوائية :

- عينات من الهواء المحيط.
- عينات من المصدر.

تؤخذ عينات المصدر من مداخن المعامل أو أقنية طرد الغازات. أما عينات الهواء المحيط فتؤخذ من الهواء الخارجي. تقاس تراكيز الغازات في العينات وتحسب كمياتها بالرجوع إلى الكمية الإجمالية من الغازات الصادرة .

وتستعمل أجهزة خاصة لجمع العينات:

- أجهزة جمع عينات كمية من الغاز محددة من الزجاج أو المعدن.
- أجهزة امتصاص للغازات ضمن وسط سائل أو صلب، وتستعمل لالتقاط المواد العضوية من الهواء باستعمال مضخة خاصة تستعمل المرشحات لالتقاط الغبار والمعلقات .



جهاز جمع العينات باستخدام انبوبة الامتصاص

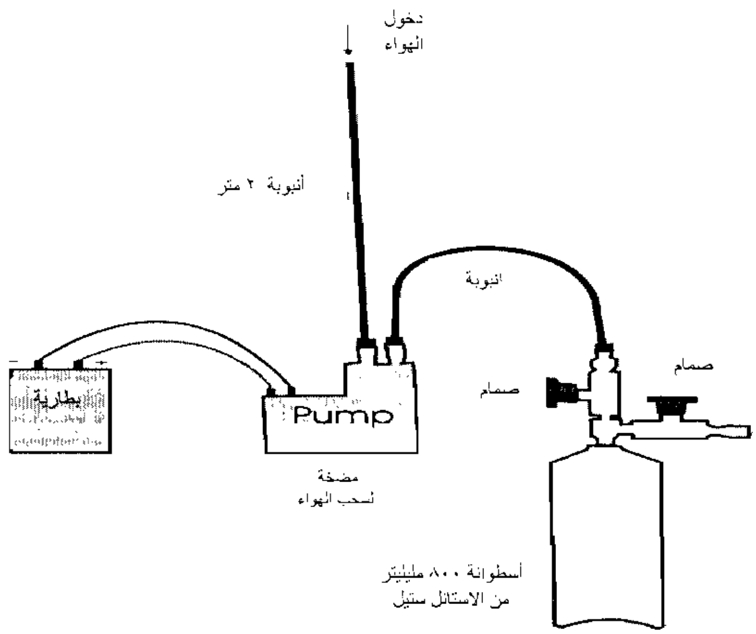
إن قياس تدفق الغازات ضمن المدخنة أو الأقنية يتم باستعمال عدة أنواع من الأجهزة كأنبوب «بيتوت» أو أجهزة قياس تدفق الغازات الميكانيكية أو الإلكترونية.

يبين الجدول التالي أنواع أجهزة جمع العينات وآلية عملها.

جدول ٥-٢

أنواع أجهزة جمع العينات وآلية عملها

أنواع الأجهزة	مبدأ العمل
١- مرشحات خماسية، مرشحات الحبيبات.	الترشيح
٢- الأجهزة الرطبة.	الامتصاص
٣- المرسبات الكهربائية -ترسيب في تيار هوائي ساكن.	الترسيب
٤- سيلكون.	التثقيل
٥- المرسبات الإلكتروستاتية والحرارية.	الترسيب
٦- الامتصاص بالماء أو مواد كيميائية.	الامتصاص الكيميائي
٧- أنابيب الفحم الفعال النشط.	الامتزاز
٨- التقاط في وسط بارد لعدد كبير من المواد.	الالتقاط البارد



جهاز لسحب الهواء وجمع العينات من الهواء المحيط

جمع عينات من الغبار الملوث للهواء

يقسم الغبار الملوث للهواء تبعًا لحجم جسيماته إلى نوعين: الغبار المتراكم والغبار العالق؛ فالغبار المتراكم هو عبارة عن جسيمات ملوثة للهواء لا تلبث أن تعود إلى الأرض بعد انطلاقها بفعل الجاذبية الأرضية .وتشمل جسيمات الغبار المتراكم على الجسيمات التي يزيد قطرها عن ١٢.٥ ميكروميتر .والغبار العالق هو عبارة عن الجسيمات التي تبقى عالقة بالهواء وتسقط بفعل الجاذبية الأرضية بمعدل بطيء جدًّا ويتراوح قطرها بين ١- ١٢.٥ ميكروميتر. ويقاس تلوث الهواء بالجسيمات بعدة طرق، منها: الترسيب Sedimentation، والترشيح Filtration والتجزئة الحجمية Size Fractionation، وقد يتم الترسيب بعدة طرق منها بعضها طبيعي يعتمد على الجاذبية الأرضية، حيث لا تلبث الجسيمات المنطلقة من مصادرها أن تعود إلى الأرض بفعل الجاذبية الأرضية كما هو الحال في الجسيمات المنطلقة من مصانع الأسمنت . كما يمكن استخدام تقنيات خاصة لاصطياد الملوثات من الجو كالاصطياد بالحرارة أو بالقصور الذاتي. كما يمكن فصل الجسيمات الملوثة للهواء بعد جمعها إلى مجموعات؛ تبعًا لحجمها باستخدام مناخل ذات مسامات متفاوتة في القطر، فعند مرور تيار من الهواء المحمل بالجسيمات الملوثة خلال هذه المناخل المرتبة ترتيبًا تنازليًّا طبقًا لقطر مسامتها، فإن المناخل العلوية تلتقط الجسيمات كبيرة الحجم والسفلية صغيرة الحجم .

جمع عينات الغبار المتراكم

من طرق جمع عينات الغبار المتراكم طريقة الجردل المفتوح أو بواسطة سطح لاصق. يتم وضع مقدار معين من الماء في الجردل خلال فترة القياس، وينبغي ألا يجف الماء أثناء هذه الفترة. وبعد انتهاء مدة القياس، يتم حساب الوزن الزائد، وهو عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الجردل المفتوح .والطريقة المعتمدة عالميا لقياس الغبار المتراكم هي استخدام وعاء الغبار المتراكم العياري. Standard dust fall jar وهو عبارة عن وعاء مستدير يبلغ ارتفاعه ٢١ سم، ومصنوع من مادة البولي إيثيلين. وعند القياس يعبأ بالماء حتى منتصفه ويوضع داخل صندوق الومنيوم غير مغطي وله فتحات جانبية

للتهوية، ويراعي إضافة الماء أثناء فترة القياس لتعويض الماء المتبخر وبعد مرور مدة القياس، وهي ثلاثون يوما تزال الأشياء الكبيرة المترسبة كأوراق النباتات والألياف ثم يتم تبخير الماء ويحسب الوزن الزائد بالوعاء عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الوعاء المستخدم، ومنها تحسب كمية الغبار المتراكم بالطن في الكيلومتر المربع بالمنطقة التي تمت عملية القياس بها .

ويجب مراعاة قياس الغبار المتراكم في الظروف الطبيعية، وعلى مدار السنة وتجنب أوقات هبوب الرياح ونشاط البراكين وكذلك الفترات التالية لسقوط الأمطار مباشرة والحد المسموح به عالميا لتلوث الهواء بالغبار المتراكم هو ١٠٨ طن لكل كيلومتر المربع في السنة .كما يمكن استخدام الجسيمات المتراكمة لدراسة مكوناتها من المواد المحترقة، بالإضافة إلى محتوياتها من المواد الكيميائية مثل النترات والكبريتات والكلوريد والعناصر السامة كالرصاص والزرنيخ .

جمع عينات الغبار العالق

يستخدم جهاز جامع الجسيمات في قياس الجسيمات العالقة Total Suspended Particulates، ويرمز لها بالرمز TSP ويعمل هذا الجهاز على سحب الهواء داخله بينما تحجز الجسيمات العالقة على سطح المرشحات الخاصة المستخدمة مع الجهاز. ويحتوي الجهاز على تدريج يقيس حجم الهواء الماء خلال ورق الترشيح في الدقيقة الواحدة. وفي نهاية فترة القياس يتم حساب الغبار العالق سن الفرق في وزن ورقة الترشيح بعد وقبل تشغيل الجهاز مباشرة. وهو عبارة عن الغبار العالق في حجم الهواء، الذي تم سحبه خلال فترة القياس. والحد المسموح به عالميًا لتلوث الهواء بالغبار العالق حسب لوائح منظمة الصحة العالمية هو ٧٥ ميكروجرام للمتر المكعب .

كما يمكن معرفة تركيز محتويات هذا الغبار العالق من مواد كيميائية وعناصر سامة عن طريق إذابة أوراق الترشيح، التي جمعت عليه بأحد المحاليل الملائمة.

أجهزة قياس تلوث الهواء

تعد أجهزة مراقبة التلوث مفيدة ولكنها مكلفة وتحتاج إلى مشغلين مهرة . وكثير من هذه الأجهزة تعمل أتوماتيكيًا، ولا تحتاج أكثر من مشغل أو فني واحد . ومعظم هذه الأجهزة تقيس وتسجل تركيزات الغازات، مثل: SO_2, CO,NO,NO_2 CH_4

وتقيس أيضًا المواد المؤكسدة والهيدروكربونات والجسيمات .

وتتوافر في محطات المراقبة بالإضافة إلى أجهزة قياس التلوث أجهزة لقياس سرعة الرياح واتجاهها ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والأشعة فوق البنفسجية والإشعاع الشمسي. وهناك مختبرات خاصة لقياس الانعكاس الحراري والذي يستخدم الترددات الصوتية .

وتستخدم في قياس التلوث أساليب عديدة قد تكون كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية، وتقوم جميع هذه الأساليب على أسس ثابتة خلال المراحل المختلفة للقياس، ابتداء من جمع العينات حتى حساب تركيز هذه الملوثات .

ومن الطرق المهمة لقياس تركيز تلوث الهواء ما يسمى بطريقة الشدة الضوئية Colourimetry، حيث يتم تتفاعل هذه الملوثات مع كواشف معينة، مكونة لوناً تتناسب شدته مع درجة تركيز هذه الملوثات التي تحسب من خلال القياس بطرق كيمياضوئية .

وتستخدم أحياناً قدرة بعض الملوثات على التأين لتكوين مؤكسدات، يمكن قياس تركيزها إليكترونيًا أو من خلال قدرة البعض الآخر على امتصاص الأشعة تحت الحمراء، عند موجة خاصة بها دون ملوثات أخرى .

كما تقوم بعض الملوثات بإحداث تعكير يمكن قياسه من خلال كمية الامتصاص والانعكاس للأشعة المنبعثة من خلية ضوئية .. كذلك فإنه يمكن قياس تركيز بعض الملوثات، من خلال قدرتها على تكوين مركبات معقدة .

وتستخدم حالياً طرق الكروماتوجرافيا المتنوعة بشكل واسع في قياس الملوثات، إضافة إلى استخدام أجهزة تحليل العينات الأوتوماتيكية المدعمة بأجهزة الكمبيوتر، والتي أصبحت واسعة الانتشار، ويمكن بواسطتها قياس معظم ملوثات البيئة .

وعمومًا تقسم أجهزة قياس تلوث الهواء إلى أجهزة تعتمد على التحليل النوعي وأخرى تعتمد على التحليل الكمي. ومن أجهزة التحليل النوعي جهاز مطياف الكتلة Mass Spectroscope وجهاز كروماتوجرافيا الغازات Gas Chromatography ويمكن استخدام الجهازين معا في القياس في حالة المزيج المعقد من الغازات، فقد أمكن تصنيف أكثر من ١٠٠ مركب منبعث من عادم السيارات باستخدام الجهازين معًا في القياس .

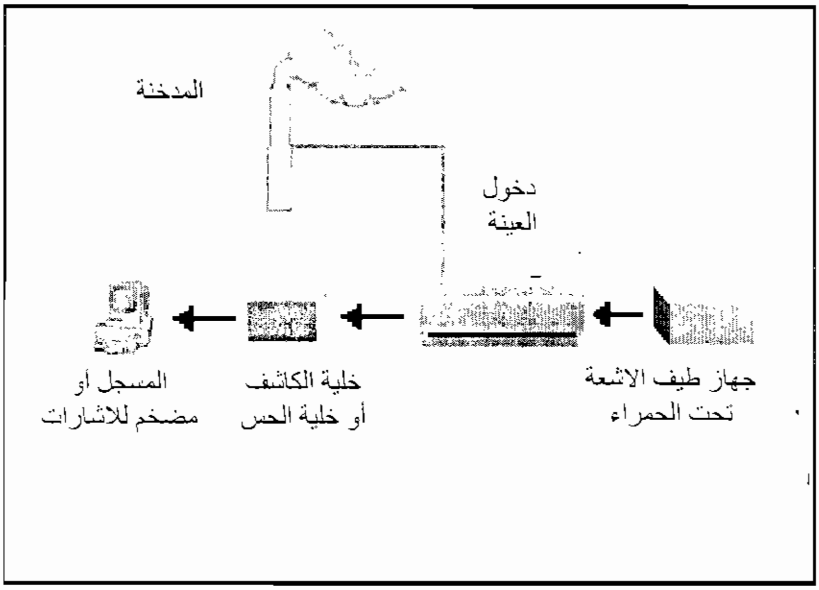
أما الأجهزة التي تعتمد على التحليل الكمي، فأهمها كاشف الألوان وجهاز القراءة المباشرة، الذي يعمل على مبدأ الاحتراق الداخلي .

قياس أول أكسيد الكربون

وعلى سبيل المثال، فإنه يتم قياس تلوث الهواء بغاز أول أكسيد الكربون بعدة طرق تتراوح بين استخدام أجهزة صغيرة Multigas Detectors وأجهزة أوتوماتيكية متطورة تعمل بالكمبيوتر .

وتعتمد منظمة الصحة العالمية طريقة الأشعة تحت الحمراء غير المبعثرة Nondispersive Infrared Ray؛ لقياس تلوث الهواء بغاز أول أكسيد الكربون .

وتعتمد هذه الطريقة على اختزال هذا الغاز لخامس أكسيد اليود لينطلق غاز اليود، الذي يتناسب تركيزه طرديًا مع تركيز غاز أول أكسيد الكربون الملوث لتيار الهواء الذي يمر على خامس أكسيد اليود .

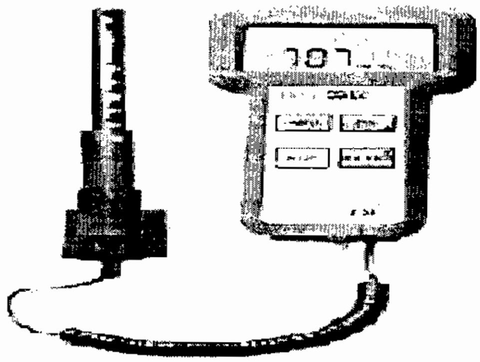


مكونات جهاز طيف الاشعة تحت الحمراء لقياس غاز أول أكسيد الكربون

قياس ثاني اكسيد الكربون

أما غاز ثاني أكسيد الكربون، فيمكن قياس تركيزه بالهواء باستخدام أجهزة التحليل لذاتي Auto analyzer أو أجهزة صغيرة مثل جهاز Carbon dioxide detector، رعندما يصبح تركيزه عالياً، فإنه يمكن قياسه بعدة طرق، مثل: إمرار تيار من الهواء لملوث بعد تحريره من بخار الماء فوق كلوريد الماغنسيوم الجاف، ويمرر بعدها على لبوتاس، وتكون الزيادة في وزن البوتاس، هي وزن ثاني أكسيد الكربون، الذي يتم تحويله إلى قيمة حجمية في الهواء الذي تم تمريره .

كما يمكن قياس تركيز ثانــي أكسيد الكربون فــي الهواء، عن طريق تفاعله مع لهيدرازين Hydrazine مكوناً حمض الكربونيك أحادي الهيدرازين .



صورة لأحد أجهزة قياس ثاني أكسيد الكربون المحمولة.

قياس ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين

يتم قياس تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت؛ فيتم باستخدام جهاز التحليل الأوتوماتيكي المبرمج بالكمبيوتر، للحصول على قراءات لحظية لتركيز هذا الغاز في الهواء على مدار العام .

أما قياس تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد النيتروجين، فيتم بعدة طرق، مثل استخدام الأجهزة ذاتية التحليل، أو بالطرق المخبرية ومنها تمرير تيار الهواء الملوث في محلول بوتاس الصودا القلوي، فينتج عن ذلك مزيج من نترات ونيتريت البوتاسيوم، حيث يمكن حساب تركيز هذا الغاز من معايرة النتريتات المتكونة بواسطة أجهزة الطيف .

كما يمكن قياس تركيز هذا الغاز أيضاً من خلال سحب الهواء الملوث إلى محلول سولتزمان Saltzman (وهو عبارة عن مزيج من حمض السلفونيك وثاني أمين الإيثيلين) داخل فقاع زجاجي Fritted bubbler، حيث يتكون لون وردي تقاس شدته عند 550 نانوميتر .

ولقياس تركيز غاز أول أكسيد النيتروجين الملوث للهواء، فإنه يتم أكسدة هذا الغاز بواسطة برمنجانات البوتاسيوم إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين، ثم يمرر الهواء بعد

لأكسدة داخل محلول سولتزمان، ويقاس بعد ذلك تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين؛ حيث يكون هذا التركيز هو الفرق بين النيتروجين قبل وبعد الأكسدة .

وهناك طرق أخرى كيمياضوئية تستخدم لقياس تلوث الهواء بأكاسيد النيتروجين، من خلال قياس الحرارة المنطلقة من تحويل غاز ثاني أكسيد النيتروجين إلى غاز أول أكسيد لنيتروجين، وتستخدم هذه الطريقة لقياس بعض المؤكسدات الملوثة للهواء، مثل لأوزون .

قياس الاوزون

ويعتمد جهاز قياس الأوزون على تفاعل الأوزون مع غاز الإيثيلين، وينتج غاز HCHO، والذي يطلق ضوء بطاقة تتناسب مع تركيز الأوزون في الجو .

ويستخدم جهاز امتصاص الطيف الذري Atomic Absorption أو الأشعة السينية لتحليل مكونات الغبار والجسيمات الصلبة بعد جمعها على ورق ترشيح من الألياف لزجاجية لمدة يوم واحد وتحسب كمية الغبار لحجم معين من العينة .

أمثلة لأجهزة قياس نواتج وغازات احتراق الوقود

الجهاز الإلكتروني للتحليل الكهروكيميائي للغازات

(Electronic electro-chemical gas analyzer)

تحتوي الأجهزة الإلكترونية لتحليل الغازات على خلايا كهروكيميائية، تستطيع قياس الغازات المختلفة)خلية محددة لكل نوع من الغازات (حيث ينشأ فرق في الجهد بين قطبي الخلية)عند تعرضها للغاز (يتناسب مع تركيز الغاز، ويترجم فرق الجهد إلى رقم يعبر عن تركيز الغاز على شاشة جهاز التحليل. وتبلغ قيمة مثل هذه الأجهزة الإلكترونيـة بضعـة آلاف من الجنيهات، وتحتاج إلى صيانة ومراجعة ومعايرة مستمرة . إلا أنها أجهزة دقيقة) تتراوح نسبة الخطأ في قياس الأكسجين بين (± ٠.١ ٪) ويمكن حملها من موقع لآخر، وتستخدم في عمليات الرصد المستمر. وتستطيع أجهزة تحليل

الغاز القيام بقياسات لسبعة أنواع مختلفة من الغازات في آن واحد .وتتضمن القياسات حسابًا تقديريًّا لثاني أكسيد الكربون، نسبة الهواء الزائد، وكفاءة الاحتراق، كما تستطيع قياس درجة حرارة غازات العادم.

المجس (المسبار) الزركوني (Zirconia probe)

يعتمد هذا النوع من أجهزة القياس على قدرة أكسيد الزركونيوم)الزركونيا (على توصيل أيونات الأكسجين عند درجات حرارة أكبر من ٦٥٠ °م). ويحفظ المجس عند درجة حرارة تصل إلى ٨٠٠ °م تقريباً، ويتكون من خلية مسخنة ذات قطبين (electrodes) أحدهما محاط بغاز مرجعي (reference gas) عادة الهواء، بينما يمر الغاز المراد تحليله على القطب الآخر. وينشأ عن الفارق في محتوى الأكسجين عند القطبين فرق في الجهد، يتم تحويله إلى ومضة إلكترونية.

رغم وجود معدات محمولة من أجهزة القياس الزركونية، إلا أن معظم الأجهزة التي تعتمد على الخلايا الزركونية تكون كبيرة الحجم وثقيلة؛ نظرًا لارتباط المجس بالسخانات ومعدات التحكم اللازمة لحفظه عند درجة حرارة مرتفعة .لذلك فإن أنظمة القياس التي تعتمد على الخلايا الزركونية، ترتبط بأجهزة تحليل الغاز التي يتم تركيبها على مداخن الغلايات المتوسطة والكبيرة والأفران والغلايات الجاهزة، وتمتد فترة صلاحية المجس الزركوني في مداخن الغلايات التقليدية إلى خمس سنوات على الأقل.

أجهزة تحليل الغاز العاملة بالأشعة تحت الحمراء (Infrared gas analyzers)

يعتمد هذا النوع من الأجهزة على امتصاص الغازات متنوعة الذرات (heteroatomic gases) للأشعة تحت الحمراء عند نطاقات طيفية محددة تختلف من غاز لآخر)الغازات متنوعة الذرات هي غازات تتكون من ذرات لعناصر مختلفة .(وتصلح هذه التقنية في العديد من التطبيقات مثل قياس تركيز ثاني أكسيد الكربون. ويتكون الجهاز من مصدر إشعاعي، يتم تسخينه ليصدر إشعاعات يتم تضمينها طوريًّا (modulated in phase) بواسطة قرص المثقب (يقطع الضوء الساقط على خلية

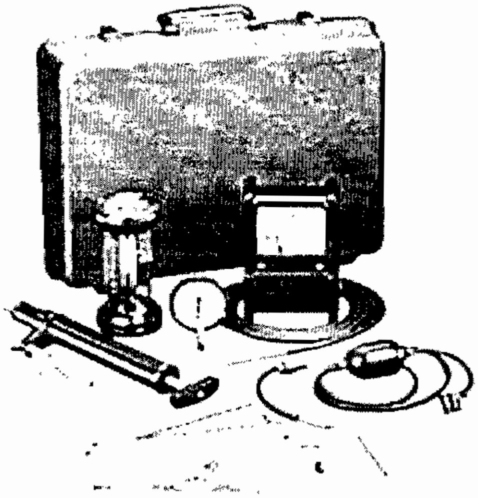
chopper) . ثم تنفذ الأشعة المضمنة عبر الخلية التي تحتوى على العينة المراد قياسها، قبل أن تصل إلى حجرة الكشاف (detector compartment) أما في الجزء الخاص بالعينة المرجعية فتنفذ الأشعة المضمنة عبر خلية مرجعية، تحتوي على النيتروجين إلى حجرة كشاف مطابقة تماماً لتلك الملحقة بخلية الغاز المجهول التركيز .وتغطي جميع الأجزاء بإحكام بواسطة زجاج منفذ للأشعة تحت الحمراء.

يفصل بين حجرات الكشاف مكثف غشائي (diaphragm capacitor)، وتحتوي كل حجرة على غازات مجهولة التركيز لذلك فهي تستطيع امتصاص الأشعة تحت الحمراء عند نطاقات طيفية محددة وفقاً لمكونات كل غاز، وعند سريان عينة من الغاز في خلية العينات (sample cell) تتولى مكونات الغاز امتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء، لذلك فإن حجرة الكشاف المرتبطة بهذه الخلية ترتفع درجة حرارتها بدرجة تقل عن الارتفاع في درجة حرارة حجرة الكشاف المرتبطة بالخلية المرجعية، والتي تتعرض لكامل شدة الأشعاع دون نقصان .فينشأ بناء على هذه الحالة فرق في درجات الحرارة بين حجرات الكشاف، ويتغير هذا الفرق وفقاً لتغير تركيزات مكونات الغاز ووفقاً لتضمين التردد (frequency modulation). على أية حال فإن هذا الفرق في درجات الحرارة يتسبب في انثناء غشاء المكثف الذي يترتب عليه حدوث تغير مضمن (modulated change) في سعة المكثف (capacitance)، يؤدي بدوره إلى تغير في تيار متردد من خلال مقاوم كهربي (resistor).

مقياس بكاراخ للاحتراق (Bacharach combustion tester)

يستخدم مقياس بكاراخ (مؤشر فايرايت Fyrite indicator) : لقياس تركيز الأكسجين أو ثاني أكسيد الكربون وفقاً لنوع المادة الكيميائية الموجودة في جهاز القياس، حيث تستخدم مادة البيرجالول (pyrgallol) لقياس تركيز الأكسجين ومحلول الصودا الكاوية لقياس تركيز ثاني أكسيد الكربون .وقد أثبتت هذه الأجهزة كفاءتها في آخذ القياسات، وتتميز برخص أسعارها إضافة إلى سهولة استخدامها وعدم احتياجها

لإجراءات صيانة خاصة، وقدرتها على القيام بعمليات القياس المستمر للغازين .إلا أن هذه الأجهزة لا تعطي قياسات دقيقة، فتتراوح فيها نسبة الخطأ بين ± ٠.٥ ٪ .



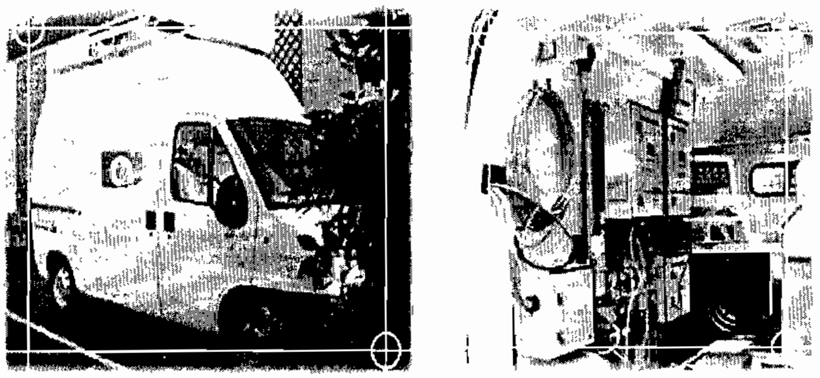
صورة لجهاز بكاراخ للاحتراق.

معامل قياس جودة الهواء المتنقل

هذا المعمل عبارة عن سيارة مجهزة لقياس جودة الهواء الجوى، عن طريق تحديد مستوى الملوثات فى الهواء والمعمل مزود بعدة أجهزة ذات دقة عالية، مثل:

- جهاز قياس تركيز أول أكسيد الكربون فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس تركيز أكاسيد النتروجين فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس تركيز الهيدوكربونات فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس تركيز كبرتيد الهيدروجين فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس تركيز الأمونيا فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس تركيز الأوزون فى الهواء الجوى.
- جهاز قياس الجسيمات العالقة فى الهواء الجوى.

ولابد أن يكون المعمل مجهزًا بأجهزة تسجيل البيانات وعمل المعايرة بالغازات الطيارة والهواء النقى، الذى يتم تحضيره بجهاز خاص بالمعمل، ويمكن استخدام هذا المعمل لقياس مستوى الملوثات فى الأجواء المحيطة بالمصانع أو محطات القوى أو الأماكن، التى يعتقد أن مستوى الملوثات بها تمثل خطورة على الصحة العامة.



صورة معامل قياس جودة الهواء المتنقلة.

٥-١٠-٢. رصد وقياس الملوثات المائية (مياه الصرف)

قياس ورصد تلوث الماء بالملوثات المائية من أهم الخطوات، بل هو الخطوة الأولي العملية للحد من تلك الملوثات على المستوى الصناعي.

تتم عملية مراقبة ورصد الانبعاثات السائلة من المنشأت الصناعية كمنشأت تكرير البترول والمصانع الكيميائية والغذائية وهذه الانبعاثات متمثلة في مياه الصرف الصناعي.

وتتم عمليات الرصد والمراقبة غالبًا لأسباب تتعلق بالصحة والبيئة المحيطة وأيضًا لوجود القوانين المنظمة الحاكمة لصرف هذه المياه. وبالإضافة إلى كل هذا، فإن من أولويات ضبط جودة سير وانتظام العملية الصناعية والإنتاجية هو مراقبة مياه الصرف الصناعي، فمحتوى هذه المياه هو أداة تحكم قيمة جدًّا للعمليات الصناعية والإنتاجية؛ فمراقبة مياه الصرف الصناعي توفر ما يلي:

١ - مراقبة استقرار سير العملية الإنتاجية، من خلال ثبات نوعية هذه المياه .

٢ - الكشف المبكر عن أي خلل في العملية الصناعية.

٣- اكتشاف إمكانية أن تكون مياه الصرف الصناعي ملوثة للبيئة عند صرفها.

٤ - كشف وتحديد كميات المواد الأولية المفقودة الضائعة خلال العمليات الصناعية.

٥ -الكشف عن التآكل في خطوط الإنتاج.

٦ - وأخيراً ملاءمة المياه لطريقة الصرف المتبعة.

ويفيد الرصد البيئي في عملية التقييم البيئي لمحطات الصرف الصناعي، وأيضًا في دراسات الأثر البيئي، ويعتبر رصد جودة المياه المؤشر الرئيسى فى عملية الرصد الذاتى لمحطات معالجة الصرف الصناعى.

وتحدد اللوائح والقوانين البيئية حدود تركيزات الملوثات، والتى يمكن صرفها على المصارف المائية المختلفة. لتسهيل عملية الرصد، يتم التعبير عن قيم هذه الملوثات بوحدات كمية/ زمن لكل من الأكسجين الكيميائى المستهلك، والأكسجين الحيوى الممتص ، والمواد الصلبة العالقة ،والفسفور ،وفى بعض الأحيان للنيتروجين.

ويمكن تقسيم اختبارات جودة المياه إلى قسمين: القسم الأول يشمل اختبار أداء كل وحدة على حدة، بينما يشمل القسم الثانى اختبار أداء محطة المعالجة ككل. وتسحب عينات القسم الأول عند مدخل ومخرج كل وحدة لتقييم أدائها، بينما تسحب عينات القسم الثانى عند بداية المحطة وعند مخرجها حتى يمكن تقييم الأداء المتكامل للمحطة.

ويجب تحديد المؤشرات الآتية عند اختبار جودة المياه:

- معدل سريان مياه الصرف (م٣/ يوم) .
- المواد الصلبة العالقة الكلية (ملجم/ لتر).
- درجة الحرارة (°م).
- الأكسجين الكيميائى المستهلك (ملجم أكسجين/ لتر).
- الأكسجين الحيوى المستهلك (ملجم أكسجين/ لتر).

- الأس الهيدروجيني.
- التوصيل الكهربي ....
- الزيوت والشحوم (ملجم/ لتر).
- النتروجين الكلي N مجم / لتر .

إن رصد هذه المؤشرات بصفة دورية يفيد عملية المعالجة إفادة كبيرة؛ لأنه سيمكننا من رصد الحمل العضوي خلال فترات مختلفة من العملية الصناعية مثل وقت الغسيل أو وقت الذروة وبذلك يمكن تفادي حدوث صرف أحمال عضوية مرتفعة مفاجئة على المحطة لما لهذه الأحمال من آثار سيئة على محطات المعالجة.

وقد تظهر مشكلة الروائح عند تشغيل محطات معالجة الصرف الصناعى، لعدة أسباب، منها:

- وجود أحمال عضوية زائدة فى الصرف.
- وجود مشكلات أو لعدم كفاءة الصيانة فى المرشحات الزلطية والمروقات الآولية والثانوية وفى خزانات تثخين الحمأة.

وفى حالة وجود لون بنى داكن أو وجود رائحة لكبريتيد الهيدروجين فى خزانات التهوية فذلك يدل على فقر وضعف عملية الأكسدة، ولذلك ففي طريقة المعالجة بالحمأة النشطة يجب ألا يقل مستوى الآكسجين الذائب عن ١-٣ ملجم/ لتر.

أما بالنسبة للضوضاء فإن تعرض العمال لمستوى ضوضاء أعلى من ٩٠ ديسيبل داخل بيئة العمل قد يؤدى إلى مشكلات فى السمع، وقد تنتج هذه المستويات المرتفعة من الضوضاء نتيجة للصيانة غير الجيدة للماكينات والآلات؛ ولذلك فإن رصد مستوى الضوضاء فى المناطق المحيطة بمحطات معالجة الصرف الصناعى تعتبر ذات أهمية قصوى؛ وخصوصاً عند إقامة محطة جديدة أو عند تطبيق نظام صيانة جديد.

رصد عمليات معالجة الحماة وجودتها والتخلص منها

من المعروف أن عملية التداول والتخلص من الحمأة تعتبر من أهم العمليات في محطات معالجة الصرف الصناعي؛ لتجنب ارتفاع تكلفة التشغيل والصيانة.

وفي حالة توافر المساحة الكافية، يمكن تقليل تكلفة معالجة الحمأة باستخدام الأحواض؛ حيث يوضع فيها الحمأة للمعالجة، ثم يتم إخراجها بعد ٣-١٠ أعوام. ويمكن تقليل المشكلات المتعلقة. بمعالجة الحمأة باستخدام أحواض التهوية لمدة طويلة أو أحواض الأكسدة في معالجة مياه الصرف؛ حيث تتنفس المواد الصلبة Endogenous مما يقلل من وزن المواد الصلبة الجافة التي يتم معالجاتها.

ويجب عدم إبقاء الحمأة في أحواض التثخين لمدة أطول من ٢٤ ساعة، وإلا تظهر الروائح الكريهة بسبب التحليل اللاهوائي (septicity)، الذي قد يكون مصحوبًا بزيادة في درجة الحرارة.

ويجب أيضًا تثبيت معدل ارتجاع الحمأة المنشطة حسب التركيز بعد ٢-٣ ساعات من الترسيب. ويجب ألا يتم استرجاع المياه النشطة بسرعة زائدة حتى تصبح رقيقة ولا ببطء زائد حتى لا تتراكم طبقة الحمأة وتعطل المروق. وبذلك فيفضل تشغيل المضخة بجهاز لضبط الوقت (timer). وفي أثناء عملية الهضم اللاهوائي أيضاً يجب إضافة الحمأة بمعدل محكوم بدقة بحيث يتم الإضافة بكميات قليلة جدًّا على فترات متقاربة، أو على أساس مستمر (Continuous)، وفي حالة أحواض التجفيف (drying beds)، يجب عدم إضافة الحمأة الرطبة إلى الحمأة المجففة حتى يتم إزالة الطبقة الأولى، ويجب أيضًا إضافة الرمال التي تفقد من أحواض التجفيف الرملية أثناء عمليات التنظيف؛ حتى يعود إلى مستوى الرمال المصمم عليه الجهاز.

ويجب حفظ بيانات التشغيل المختلفة، مثل: عمق الحمأة الرطبة والأس الأيدروجيني ونسبة الرطوبة وعدد الأحواض المستخدمة وعمق الحمأة المخففة والوقت المستغرق في التجفيف وحالة الجو، وأي بيانات أخرى تتعلق بالحمأة المجففة وطريقة

التخلص منها. وفى كثير من الأحيان يمثل تركيز المواد الصلبة عاملاً مهمًا فى تحديد كفاءة وحدات التجفيف.

كفاءة تكثيف الحمأة

تقوم المكثفات بتكثيف وتغليظ الحمأة (الرواسب الصلبة) الداخلة اليها من أحواض الترسيب الإبتدائي أو النهائي؛ أي الحمأة الإبتدائية أو النهائية. وتقاس كفاءة المكثفات بقدرتها على تكثيف وتغليظ الحمأة الداخلة اليها . ولتحديد كفاءة الأحواض في التكثيف تقاس تركيز الحمأة الداخلة وتركيز الحمأة المتكثفة ومن خلال المعادلة التالية يمكننا تحديد كفاءة التكثيف للأحواض .

كفاءة التكثيف٪ =[تركيز الحمأة المتكثفة- تركيز الحمأة الداخلة / تركيز الحمأة المتكثفة] ×١٠٠

قياسات التدفق

إن قياس التدفق الكلى لمياه الصرف الصناعي يعد من المؤشرات الأساسية فى تشغيل محطة المعالجة. وللأسف، فلا توجد أي محاذير لكيفية إجراء القياس ووقته، وغالبًا ما يتم قياس معدل التدفق للمياه عن طريق أجهزة venturi أو بنسبة أقل باستخدام الطرق المغناطيسية أو الفوق صوتية. هذا ويتم صيانة أجهزة القياس عدة مرات فى السنة مع معايرتها بصفة دورية.

ولضمان الحصول على نتائج دقيقة للقياسات، يجب إجراء صيانة دورية ومعايرة للأجهزة. ولذلك يجب توخي الحذر عند إنشاء نظام القياس؛ حيث إن أي خطأ بسيط في اختيار موقع القياس أو موقع الأجهزة قد يؤدي إلى ظهور نتائج خاطئة، كما أنه يوجد عدة عوامل أخرى قد تسبب خطأ في القياس، مثل: اتساخ أجهزة القياس أو تراكم الأتربة أو اختلاف درجة الحرارة أثناء اختبار العينة.

وتعتبر عملية تقييم الخطأ الكلى للعينة عملية صعبة جدًّا؛ حيث إنها يجب أن تتضمن جميع العوامل السابقة الذكر.

جمع العينات والاختبارات المعملية التحليلية لمياه الصرف الصناعي

حيث تجرى العديد من الاختبارات على عينات مياه الصرف خلال مراحل المعالجة المختلفة بدءًا من دخول المياه محطة المعالجة وانتهاء بصرف المياه المعالجة في المسطحات المائية أو لأغراض الري والزراعة .ولذلك فإنه لابد من معرفة أهم الاختبارات المحددة لكفاءة ومستوى معالجة مياه الصرف .وتتم الاختبارات بجمع عينات من الأماكن المختلفة لوحدات المعالجة، وعلي فترات زمنية محددة تبعا لقواعد وأسس قياسية موضوعة، ومعترف بها، ويتم تحليلها داخل مختبر مجهز لهذا الغرض .

ولهذا .. فإن عملية جمع العينات من العمليات المهمة جدًّا لنجاح الاختبارات، التي سوف تتم عليها.

جمع العينات Sampling

من المهم التحدث عن عملية جمع العينات؛ حيث إنها من العمليات المهمة جدًّا، والتي تعتمد عليها المؤشرات والفحوصات التحليلية؛ لان أية خطأ في جمع العينات يؤدي إلى أن تكون العينة غير ممثلة للواقع وغير معبرة حقيقة عن مكوناتها الأصلية، وبالتالي يؤدي أخيرًا إلى نتائج تحليلية معملية خاطئة .والعينة الممثلة أو المعبرة، هي التي تمثل تمام التمثيل لنفس مكونات الكمية الكلية Bulk Material.

تشمل عملية جمع العينات العناصر المهمة الآتية:

١. الهدف من تحليل العينات.

٢. طريقة أخذ العينات.

٣. أدوات أخذ العينات.

٤. أنواع العينات.

٥. طريقة أخذ عينات الحمأة.

٦. مراقبة الجودة في جمع العينات وتحليلها.

١. الهدف من تحليل العينات

الغرض من وضع برنامج لخذ وتجهيز عينات مختلفة للتحليل، وإجراء مختلف الاختبارات عليها، هو :

١ – التأكد من أن عمليات معالجة تنقية مياه الصرف الصحي قد تمت بنجاح .

٢ – مدى الكفاءة التي تعمل بها كل وحدة من وحدات المعالجة .

٣ – الحصول على سجلات وبيانات، تبين إذا كانت وحدات المعالجة تعمل وفقًا لتصميمها أم لا .

٤ – ضبط عملية التحكم في المعالجة وتكاليفها .

٥ – اكتشاف الأسباب التي تؤدي إلى متاعب ومشكلات التشغيل، التي تؤثر على كفاءة التنقية وبالتالي وضع الحلول المناسبة لعلاجها وتلافيها في المستقبل .

٦ – جمع المعلومات اللازمة للتخطيط المستقبلي لعمل توسعات في محطة المعالجة .

٢. طريقة اخذ العينات

عند وضع برنامج لأخذ العينات، يجب أن تتذكر بأن صفات المياه الخام دائمة التغيير بصفة مستمرة لنفس المصدر ؛ لذلك يجب تجهيز العينات لتعطي نتائج صحيحة ومفيدة وبها جميع البيانات اللازمة .

قبل إجراء التحليل يجب الحصول على عينة ممثلة للواقع؛ لكي تكون النتائج، وتؤدي إلى قرارات سليمة في التشغيل ، وغالبًا تأتي الأخطاء الكبرى في نتائج التحليل بسبب الخطأ في طريقة أخذ العينة وسوء حفظها ومزجها .

والطريقة الصحيحة لأخذ العينات يجب أن تتوافر لها الشروط الآتية :

أ - يجب أن تؤخذ العينة من مكان تكون فيه جارية وليست راكدة، مثل: غرف التوزيع أو من خطوط طرد الطلمبات، أومن القنوات التي تحمل مياه متدفقة إلى مدخل المحطة أو مدخل خزان أو مروق .

ب - يجب أن لا تحتوي العينة على المواد الطافية مثل الأعشاب والطحالب؛ لأنها لا تمثل نوعية المطلوب تحليلها، وعند أخذ عينة من حنفيات، يستحسن ترك الحنفية مفتوحة لمدة من ٣٠ ثانية لدقيقة لتطرد المياه المخزونة في المواسير، والتي قد تترسب فيها مواد غير مرغوب فيها ، ثم تؤخذ المياه من المياه الجارية.

جـ - يجب ألا تحتوي العينة على أجزاء من المادة كبيرة الحجم، مثل: قطعة زلط أو حجر أو علبة بلاستيك فارغة – لذلك تؤخذ العينات الممثلة للمياه الداخلة بعد مرور المياه خلال الحواجز والمصافي .

د - يجب أن يكون حجم العينة كافيًا للقيام بالتحاليل المطلوبة .

هـ- يجب عمل سجل لكل عينة عند جمعها بإرفاق بطاقة عليها البيانات التالية :

- موقع أخذ العينة.
- يوم وتاريخ وساعة جمعها .
- اسم جامع العينة.
- رقم العينة والتحاليل المطلوبة، بالإضافة إلى أية بيانات أخرى.

و- نظرًا لتغير بعض الخواص سريعًا، مثل: درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني وكمية الأكسجين الذائب؛ فلذلك يجب أن يتم قياسها فور جمع العينة في الموقع باستخدام أجهزة القياس المحمولة .

ز - يجب وضع العينة في ثلاجة مبردة الي درجة حرارة ٤ مئوية فور أخذها لحفظها من التحلل المستمر بواسطة البكتريا ودرجة التبريد توقف نشاط البكتريا .

ح - بعض التحاليل تحتاج إلى تثبيت العينة بإضافة كيماويات خاصة فور جمعها - والمعمل الكيماوي مسئول عن تجهيز زجاجات أخذ هذه العينات، وعادة يمكن الحصول على الحصول على طرق تثبيت العينات من الكتب الخاصة بطرق التحليل .

ط -يجب رج الزجاجة بشدة قبل القيام باي تحليل وفي لحظة الاختبار حتى تحتفظ العينة بنفس تكوينها ،التهاون في إعادة مزج العينة يعطي نتائج خاطئة بسبب الترسيب السريع لكثير من مكونات العينة .

٣. أدوات أخذ العينات

١ - جردل مربوط جيدًا بحبل طوله حوالي أربعة أمتار .

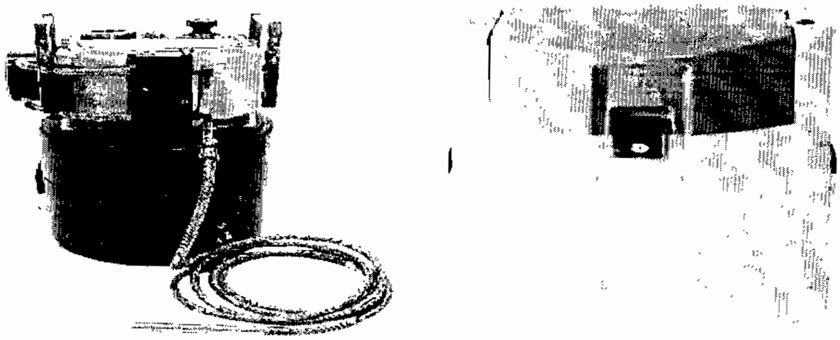
٢ - إناء أو دورق من البلاستيك مثبت في يد خشبية طويلة، وفوهة الدورق تكون واسعة حتى لا تحدث اضطرابًا كبيرًا للعينة نتيجة إحـلال مياه العينة مكان الهواء .

٣- يفضل استخدام أوعية من البلاستيك ذات فوهة واسعة لحفظ العينات؛ لأن البلاستيك غير معرض للكسر، ولأن الأوعية المعدنية تعمل على تلوث العينة والسبب في احتيار الفوهة الواسعة هو سهولة إفراغ العينة من الدورق وسهولة عملية الغسيل والتنظيف .

٤- يجب أن تكون كل زجاجة عينة مصحوبة ببطاقة عليها جميع البيانات المطلوبة مثل : موقع أخذ العينة ● يوم وتاريخ وساعة جمعها ● اسم جامع العينة ●رقم العينة والتحاليل المطلوبة، بالإضافة إلى أية بيانات أخرى مثل درجة الحرارة أو اللون (عادي أو غير عادي).

٥- يمكن استخدام جامع عينات أتوماتيكي لأخذ العينات، وفي هذه الحالة يجب على العاملين أن يتدربوا على استعمال مثل هذه الأجهزة ويتبعوا إرشادات المنتجين وخصوصًا التعليمات الخاصة بتشغيل الأجهزة وتجهيز زجاجات أخذ

العينات وتنظيف أنابيب سحب العينة من الرواسب والأعشاب التي تتراكم بداخلها، وتغير من صفات العينات .



صورة لأجهزة جمع عينات مياه الصرف الأتوماتيكية.

٤. أنواع العينات

هناك نوعان من العينات، وهما :

- العينة البسيطة (المخطوفة) Grab Sample.
- العينة المركبة Composite Sample.

١ . العينة البسيطة (المخطوفة) Grab Sample

وهي العينة الواحدة التي تؤخذ في أي وقت ومن أي مكان دون برنامج زمني محدد؛ لكي تبين خواص مياه الصرف في الوقت الذي أخذت فيه، فمثلاً تتكون العينات المخطوفة من عينات مفردة أو عينات مفردة مجمعة، خلال فترة زمنية لا تتعدى ١٥ دقيقة. يجب أن تكون العينة المخطوفة ممثلة لظروف المياه الملوثة عند وقت سحب العينة. ويتحدد حجم العينة بنوع وعدد التحاليل المطلوب إجراؤها، وأحيانًا يفضل العينات البسيطة عن المركبة في الحالات الآتية :

١- عندما تكون المياه غير جارية بصفة مستمرة في وحدة من وحدات المعالجة، فالعينة البسيطة تعطي النتائج اللازمة.

ب- عندما تكون خواص المياه غير متغيرة، فعينة بسيطة تعطي المعلومات اللازمة .

جـ- عندما يراد معرفة خواص معينة حالاً فالعينة البسيطة لازمة لاختيار التحاليل الآتية: درجة الحرارة – الرقم الهيدروجيني - كمية الأكسجين الذائبة – الكلور المتبقي– التحليل البكتريولوجي.

ويجب إجراء هذه الاختبارات بمجرد جمع العينة، فلو تركت مدة ولو بسيطة، ستتغير النتائج ولا تمثل الواقع .

يكون جمع العينات المخطوفة ملائمًا لتشخيص نوعية المياه فى وقت محدد ولتقديم معلومات حول الحد الأقصى والحد الأدنى للتركيزات وكذلك للسماح بجمع أحجام مختلفة من العينات ولتوثيق العينات المركبة.

ويمكن اعتبار العينات المخطوفة كافية ومرضية عندما تكون:

- مسارات الصرف غير مستمر (عمليات تخلص متقطعة، عمليات متقطعة).
- خصائص مياه الصرف ثابتة نسبيًّا.
- المعاملات المراد تحليلها قد تتغير خلال التخزين، مثال: الزيوت والشحوم ودرجة الحرارة.
- المعلومات عن الحد الأدنى والحد الأقصى أو القابلية للتغير مطلوبة.
- قابلية التغيير مع الزمن أو فى المكان مطلوب تحديدها (مثال: عند إجراء تقديرات ما قبل الرصد الذاتي).

وتكون الفائدة الرئيسية للعينات المخطوفة أنه يمكن إجراء التحاليل فى الحال، وأن سلسلة من العينات المخطوفة يمكن أن تكشف تقلبات فى نوعية مياه الصرف، وذلك إذا تم أخذها بتوافر كافٍ. ويعنى أخذ العينات المخطوفة تكلفة قليلة تشمل معدلات قليلة التكلفة جدًّا وتكاليف المعمل البشرية والأجهزة وفى المقابل تعكس نتائجها حالة مياه الصرف لحظة أخذ العينات فقط.

٢. العينة المركبة Composite Sample

تجمع هذه العينات خلال فترات زمنية محددة، وإما أن يتم التجميع بطريقة مستمرة على مدى فترة زمنية محددة، أو يتم مزج عينات مفردة عشوائية. وتمثل العينة المجمعة متوسط خواص المياه الملوثة خلال فترة التجميع.

العينة المركبة تجمع في فترات ثابتة من الزمن (على مدي أربعة وعشرين ساعة أو أقل في اليوم) فمثلاً إذا جمعت ١٢ عينة في اثنتي عشرة ساعة، تسمى العينة عينة مركبة لاثنتي عشرة ساعة .

إذا كانت نوعية وكمية مياه الصرف الواردة متغيرة، فيجب أن تؤخذ عينة على فترات متقاربة كل ساعة مثلا ، أما إذا كانت الأمور تسير بدون تغيير في الكمية فيمكن أخذ عينة مرة كل ساعتين أو كل ٤ ساعات طبقًا لما يقرر المعمل الكيميائي .

ويتم تكوين العينة المركبة بخلط العينات المخطوفة المأخوذة فى أوقات محددة من مأخذ واحد أو بأحجام محددة (مرتبطة بمعدل التدفق) من مآخذ مختلفة، أو مأخذ واحد متغير التدفق، وينتج عن تحليل العينة المركبة قيمة متوسطة لنوعية المياه/ مياه الصرف، ويتم استخدامه كثيرًا للحصول على قيم متوسطة يومية. وتكمن المشكلة الأساسية فى العينة المركبة فى أن العينات قد تتدهور خلال فترة أخذ العينات؛ مما يجعل من الضرورى الحفاظ عليها، وكذلك يمكن الإخفاق فى اكتشاف التغيرات السريعة فى التركيب. ويمكن إجراء العينات المركبة يدويًا أو عن طريق معدلات متوسطة التكلفة وقد تكون تكلفة التشغيل مهمة عند أخذ العينات المركبة يدويًا، ولكنها تكون أقل كثيرًا إذا تم أخذ العينات أتوماتيكيًا.

هناك طرق عديدة لتجميع العينة وهى مبنية على أساس الزمن "Time based" أو التغيير فى معدل التدفق "Flow Based"، واختيار أى من الطريقتين يعتمد على الآتى:

- متطلبات القانون للسماح بالصرف.

- التغيير فى معدل التدفق أو تركيزات الملوثات فى المياه.
- توافر الأجهزة والمعدات.
- أماكن سحب العينات.

يجب على مسئول جمع العينات معرفة هذه المعايير قبل البدء فى برنامج أخذ العينات. وإذا كان المسئول على علم أو شك فى حدوث تغيرات مؤثرة فى معدل التدفق أو عدم درايته بطبيعة المنشأة، فإنه يفضل أخذ عينة مجمعة تتناسب مع معدل التدفق .. وفيما عدا ذلك فإن العينة المجمعة المتناسبة مع الزمن تكون مقبولة.

وعمومًا الغرض من العينة المركبة هي إن تكون صالحة لإعطاء بيانات ومعلومات ونتائج صحيحة تمثل حالة التشغيل على مدى أربعة وعشرين ساعة في اليوم، ويمكن حساب كفاءة الوحدات بناء على هذه النتائج .

إستخدام أجهزة سحب العينات الأتوماتيكية:

ويمكن استخدام أجهزة أوتوماتيكية فى سحب عينات مجمعة أو عينات مخطوفة تجمع على فترات زمنية أو عند طلب عينة مستمرة (Continuous sample). وبالنسبة لسحب عينات مجمعة متناسبة زمنيًا أو متناسبة مع معدل التدفق، فيستخدم جهاز أوتوماتيكي لهذا الغرض.

وفى حالة سحب عينات متناسبة مع معدل التدفق، فيتم تشغيل جهاز سحب العينة الأوتوماتيكي، من خلال تشغيل جهاز قياس معدل التدفق الملائم له والمرتبط بتشغيله . ويمكن أيضا فى هذه الحالة سحب العينات باستخدام جهاز أوتوماتيكي مزود بعدة قارورات، بحيث يتم خلط العينات الفردية بمعرفة المفتش، على أساس نسب معدل التدفق لعمل العينة المجمعة.

ويجب أن تفي أجهزة سحب العينات الأوتوماتيكية بهذه المتطلبات

- التنظيف التام لجميع أجزاء الجهاز والمعدات الملحقة؛ لتجنب تلوث العينات من استخدامات سابقة.
- يجب ألا تمر العينة المراد تحليلها على أجزاء الجهاز المعدنية أو البلاستيكية، التي يمكن أن تؤثر على نتائج التحاليل لبعض المؤشرات.
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية حفظ العينات لفترة بعد سحبها من خلال التبريد، أو باستخدام الثلج في الموقع.
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية سحب عينة كبيرة الحجم؛ لتكفي لجميع التحاليل المطلوبة.
- يجب ألا يقل حجم العينة المفردة عن ١٠٠ ملل.
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية رفع حتى ٢٠ قدمًا على الأقل، وأن يسهل التحكم في الجهاز؛ حيث إن حجم العينة يتوقف على قدرة الرفع للمضخة.
- يجب ألا تقل سرعة الضخ عن قدمين/ثانية؛ حتى يتم نقل الجزئيات الصلبة وضمان عدم ترسبها.
- يجب أن يتم تنظيف الخط الموصل للمضخة قبل سحب كل عينة.
- يجب ألا يقل قطر خط أنبوب السحب عن ١/٤ بوصة.
- يجب توافر مصدر طاقة لتشغيل الجهاز فترة كافية حتى الانتهاء من أخذ العينة أو استخدام وصلات الكهرباء الموجودة بالمنشأة إذا أمكن.

سحب العينات يدويًا:

تستخدم الطريقة اليدوية في سحب العينات المخطوفة، أو لإجراء التحاليل العاجلة بالموقع، ويمكن استخدام هذه الطريقة كبديل للجهاز الأتوماتيكي لجمع العينات المجمعة، خلال فترات زمنية مطولة وبخاصة عند تقييم الخواص غير العادية للصرف.

وتعتبر أفضل طريقة لجمع العينات يدويًا هو باستخدام نفس الأوعية، التي يتم فيها التجميع لنقل العينة إلى المعمل للتحليل؛ مما يقلل من احتمالية تلوث العينة بالأوعية الانتقالية، ولكن في حالة عدم استطاعة المختص عند جمع العينة الوصول إلى مكان

سحب العينة فيمكن استخدام وعاء مبدئي يتم سحب العينة فيه ثم توزيعها على الأوعية الآخرى التى ستنقل إلى المعمل. وفى هذه الحالة، يتحتم تنظيف الوعاء المستخدم فى سحب العينة تنظيفا جيدًا إلى جانب اختيار وعاء مصنع من مادة لا تتفاعل مع مكونات مياه الصرف ولا تؤثر على تحاليل المؤشرات المطلوبة. وبالنسبة للعينات التى يتم سحبها لتحليل الزيوت والشحوم والبكتريا والفينول والمركبات العضوية المتطايرة والكبريتيدات، فيجب أن يتم سحب العينة مباشرة إلى الأوعية التى ستنقل فيها إلى المعمل.

فى بعض الأحيان يفضل استخدام مضخة لسحب العينة من مجرى مياه الصرف .وفى هذه الحالة يجب التأكد من أن جميع أجزاء المضخة التى تلامس العينة نظيفة تماما وخالية من أى ملوثات .وفى أثناء سحب العينة يدويًّا، يتم أولاً اختيار منطقة فى مجرى مياه الصرف، يكون فيها المزج جيدًا، ثم يتم إدخال الوعاء داخل الماء بحيث تكون فتحة الوعاء مواجهة لمصدر التدفق .وإذا كان الوعاء به بعض المواد الحافظة، فيجب عدم ملئه فوق اللازم.

العوامل المتبعة لاختيار مواقع أخذ العينات

يجب أن تكون المواقع المختارة لأخذ العينات أماكن ممثلة للعينة؛ بمعنى أن الموقع الصحيح لأخذ العينات هو الموقع الذي يمكن أن تؤخذ منه عينة؛ بحيث يتم قياس المؤشرات بالشكل، الذي يعطي توصيفًا دقيقًا لنوعية المياه، وبحيث تعكس المؤشرات المقاسة حالة هذه المياه بدقة.

العوامل المؤثرة على اختيار موقع أخذ العينات هي كالآتي:

١ - تجانس المياه الملوثة :

يؤدي مزج وخلط المياه الملوثة إلى تجانس وتوزيع منتظم لمكونات المياه الملوثة.

٢- عدم تجانس المياه الملوثة:

المزج السيئ للعينات من المياه الملوثة يؤدى إلى عدم تجانس خصوصا الطافية في المواد الصلبة المترسبة يحدث عدم التجانس من حدوث تفاعلات كيميائية أو بيولوجية بالمياه الملوثة؛ مما يؤدى إلى تغير الأس الهيدروجينى بالمياه وتغير فى خواص المياه.

٣- إمكانية قياس تدفق المياه:

مراقبة الجودة في جمع العينات وتحليلها

١- عملية جمع العينات عملية دقيقة وحساسة؛ لأن جميع النتائج المعملية تعتمد في دقتها على كون العينة ممثلة للواقع أم لا ، ومن ثم فإن عملية جمع العينات تحتاج لخطة محددة منظمة، تحدد بالضبط المحددات الآتية :

- أماكن أخذ العينات.
- طريقة جمع العينات.
- ما إذا كانت العينة بسيطة أو مركبة.
- كمية العينة اللازمة للتحليل.
- وقت أخذ العينة وزمن وصولها الي المعمل.
- نوع وطبيعة وعاء جمع العينة.
- وسيلة النقل المناسبة المستخدمة لنقل العينات من الموقع إلى المعمل؛ ويجب أن تكون الوسيلة مناسبة لضمان سرعة وصول العينة خلال الزمن المحدد.
- المواد اللازمة لحفظ العينة.

٢- بعض التحليلات، مثل: قياس درجة الحرارة - الرقم الهيدروجيني- كمية الأكسجين الذائبة - القلوية الكلية. يجب قياسها بمجرد الجمع لسرعة تغيرها ويفضل قياسها في الموقع .

٣- المعمل مسئول عن تجهيز الأدوات المناسبة لجمع العينات من زجاجات ومبردات وأدوات الجمع، والتأكد من مطابقتها للمواصفات والمعايير القياسية السليمة، وأيضًا التأكد من أن هذه الأدوات مطابقة لنظم السلامة والأمان حتى لا يتعرض جامعو العينات لإية مخاطر محتملة .

٤-المعمل مسئول عن تزويد جامعي العينات بالمواد اللازمة لحفظ العينات وتثبيتها طبقًا للتحاليل المطلوبة وطبقًا لمدة حفظها والمواد الكيماوية يجب أن تكون عيارية ومضبوطة وحديثة التحضير.

أ-جامعو العينات مسئولون عن سلامة العينة من لحظة جمعها إلى وقت تسليمها للمعمل وألا تكون العينة ملوثة بأية مواد تعطي نتائج خاطئة .

ب- زجاجات العينات يجب أن تكون نظيفة وتغسل جيدًا قبل استعمالها، وكل اختبار له زجاجة معينة، وتتراوح سعة زجاجات العينات من ١ لتر إلى ٣ لترات حسب الاختبارات المطلوبة؛ زجاجات الأختبارات البكتريولوجية يتم تجهيزها بمعرفة أخصائي الميكروبيولوجي .

ج-يجب أن تكون زجاجات عينات الحمأة ذات سطح أملس، ويجب غسلها بعناية وباستعمال منظفات خاصة طبقًا لتعليمات المعمل، وأن تكون جافة تمامًا بعد غسلها وشطفها .

د - لا تستعمل في جمع العينات الزجاجات التي بها كيماويات حفظ وتثبيت، والطريقة الصحيحة هي أن تجمع العينة في جردل، ثم تفرغ بحرص شديد في الزجاجة مع رجّها بشدة؛ لكي تختلط الكيماويات بمياه العينة .

احرص على تدوين كافة البيانات اللازمة على البطاقة المصاحبة للعينة، مثل: مكان أخذ العينة، وتاريخ ووقت أخذها، ونوع العينة إذا كانت بسيطة أو مركبة، وإذا كان بها مواد حافظة والتحاليل المطلوبة، واسم جامع العينة، والشخص الذي حمله للمعمل ووقت تسليمها للمعمل، وأية بيانات إضافية يلزم الإفادة بها .

ويبين الجدول التالي نوع العينات وقت أخذ العينة وزمن وصولها إلى المعمل، ونوع وطبيعة وعاء العينة

جدول

الاختبار	نوع العينة	زمن الوصول (الحفظ)	وعاء العينة
الرقم الهيدروجيني	بسيطة	١٥ دقيقة	وعاء بلاستيك
الحرارة	بسيطة	تقاس في الموقع	وعاء بلاستيك
الأكسجين الذائب	بسيطة	١٥ دقيقة	وعاء الـ BOD
الأكسجين الحيوي الممتص	مركبة (مرتبطة بمعدل التدفق)	٦ ساعات	أوعية جامع العينات الزتوماتيكي البلاستيكية
الكوليفورم الكلي الكليفورم البرازي الـ E.coli	بسيطة	١ ساعة	وعاء بلاستيك معقم ومغسول بالثيوسلفات
الكلور المتبقي	بسيطة	١٥ دقيقة	وعاء الـ BOD معتم زجاجي
المواد العالقة الكلية	مركبة (مرتبطة بمعدل التدفق)	٦ ساعات	أوعية جامع العينات الأتوماتيكي البلاستيكية
التوصيلية الكهربية	بسيطة	١٥ دقيقة	وعاء زجاجي
العناصر المعدنية	بسيطة / مركبة	٦ شهور	زجاج كهرمان
النتروجين (كلدال)	بسيطة	١ ساعة	وعاء بلاستيك
المواد القابلة للترسيب	بسيطة	١/ ٢ ساعة	وعاء بلاستيك

اختبارات مياه الصرف الصناعي

يجري عديد من الاختبارات على مياه الصرف خلال مراحل المعالجة المختلفة بدءًا من دخول المياه محطة المعالجة وانتهاءً بصرف المياه المعالجة في المسطحات المائية أو لأغراض الري والزراعة. ولذلك، فإنه لابد من معرفة أهم الاختبارات المحددة لكفاءة ومستوى معالجة مياه الصرف. وتتم الاختبارات بجمع عينات من الأماكن المختلفة لوحدات

المعالجة وعلى فترات زمنية محددة تبعًا لقواعد وأسس قياسية موضوعة ومعترف بها، ويتم تحليلها داخل مختبر مجهز لهذا الغرض .

تجري الاختبارات المعملية طبقا للمواصفة القياسية لاختبارات المياه ومياه الصرف.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20 Ed.

وهي الطريقة المعتمدة لدى وكالة حماية البيئة الامريكية EPA Environmental Protection Agency، وأيضًا هي الطريقة المعتمدة في معامل المياه ومياه الصرف داخل مصر.

أولاً : الاختبارات الفيزيائية Physical Tests

وهي الاختبارات التي تعتمد على الخواص الفيزيائية للعينات المراد قياسها، مثل: الحرارة والعكارة والحجم.

وتشمل الاختبارات الآتية :-

- درجة الحرارة Temperature.
- قيمة الآس الهيدروجيني pH.
- العكارة Turbidity.
- المواد الصلبة الذائبة Total Dissolved Solids.
- المواد العالقة الكلية Total Suspended Solids.

ثانيًا: الاختبارات الكيميائية Chemical Tests

وهي الاختبارات التي تعتمد على الخواص الكيميائية للعينات المراد قياسها مثل الخواص العضوية وغير العضوية ، وتعتمد على قياس محددات معينة أو عناصر معينة في عينات مياه الصرف.

وتشمل الاختبارات الآتية :

- الزيوت والشحوم Oil & Grease.
- الأكسجين الحيوى الممتص Biochemical Oxygen Demand.
- الأكسجين الكيميائى المستهلك Chemical Oxygen Demand.
- المعادن الثقيلة الكلية Heavy Metals.
- الفوسفات Phosphates.

يمكن أن يتم تعيين وتحليل العينات على مستويين مختلفين:

١ - التعيين الكيفي أو شبه الكمي:

وهو يعتبر الأسهل بالنسبة للتحليل فى الموقع وتتطلب وجود أجهزة معملية بسيطة مثل ورق قياس الأس الهيدروجينى. ويمكن أيضًا لهذه الطريقة أن تساعد في الاستدلال على التغييرات التي تطرأ على تركيزات الكيماويات المختلفة. تتم مراجعة هذه التحاليل عن طريق التحليل المعملي لتقييم تركيز الملوثات فى العينة كميًا.

٢ - التحليل المعملي:

يحتاج التحليل المعملي إلى معمل مجهز، يتم تقييمه كل سنة، أو عندما تظهر مشكلات به. يجب التأكد تماما من صلاحية المعمل من حيث إنه معتمد رسميا فى جهة مسئولة، وأن موافقة إقامة المعمل رسمية. يجب مراعاة تقييم المعمل عن غيره من المعامل المختلفة من حيث: سعر العينة وكفاءة المعمل قبل أو بعد عملية التحليل.

كفاءة محطة المعالجة

تتحدد كفاءة مشروع أو محطة المعالجة طبقا للغرض الذي أنشئت المحطة من أجله ، فإذا كانت المحطة مثلاً صممت لإزالة المواد الصلبة فقط فسوف تتحدد كفاءتها بقدرتها على إزالة المواد الصلبة وإذا كانت المحطة صممت لإزالة المواد العالقة والمواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا، فسوف تقاس كفاءتها؛ طبقًا لهذه الغرض الذي صممت وأنشئت من أجله.

فمثلاً لو صممت محطة معالجة صرف صناعي لإزالة مركب كيميائي معين كالكروم على سبيل المثال فسوف تقاس كفاءة محطة المعالجة بقدرتها على إزالة الكروم من مياه الصرف خلال عمليات ومراحل المعالجة .

وتقاس الكفاءة عن طريق إجراء الاختبارات المعملية للمياه بتحديد نسب وتركيز المواد المراد إزالتها والتخلص منها في كل من مياه المدخل (مياه الصرف الخام) ومياه المخرج (مياه الصرف المعالجة) والفرق بين التراكيز يحدد كفاءة الإزالة والتخلص، الذي يعد معيار كفاءة مشروع المعالجة.

وتبين المعادلات الآتية كفاءة مشروع المعالجة ككل:

كفاءة مشروع المعالجة في إزالة عنصر ما ٪ =

[تركيز العنصر في مياه المدخل - تركيزالعنصر في مياه المخرج]
ـــ x ١٠٠
تركيز العنصر في مياه المدخل

كفاءة المشروع في إزالة المواد العضوية ٪ =

[تركيزالأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه المدخل- تركيزالأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه المخرج
ـــ x ١٠٠
تركيز الأكسجين الكيميائي المستهلك في مياه المدخل]

كفاءة المشروع في إزالة المواد العالقة ٪ =

تركيز المواد العالقة لمياه المدخل- تركيز المواد العالقة لمياه المخرج
ـــ x ١٠٠
تركيز المواد العالقة في مياه المدخل

مثال

أنشئ مشروع لمعالجة المياه الناتجة عن مصنع طلاء كهربي وكان هدف المعالجة المحدد هو إزالة عنصر الكروم من مياه الصرف إلى الحدود المسموح بها للصرف على شبكة المجاري العامة، وقد أخـــذت عينات من مدخل مشروع المعالجة، وكان تركيز

الكروم ٢٥ مجم / لتر، وبعد عمليات المعالجة أخذت عينة من مخرج المحطة من المياه المعالجة النهائية وكان تركيز الكروم ٠.٢ مجم / لتر.

احسب كفاءة المحطة في إزالة الكروم.

الحل

كفاءة المشروع في إزالة الكروم ٪ =

$$\frac{[\text{تركيز الكروم لمياه المدخل- تركيز الكروم لمياه المخرج}]}{\text{تركيز الكروم في مياه المدخل}} \times ١٠٠$$

= [(٢٥ – ٠.٢) / ٢٥] x ١٠٠ = ٩٩.٢ ٪

قاموس المصطلحات العلمية

Glossary of Terms

A

التلوث المقبول Acceptable Pollution

التلوث المقبول هو درجة من درجات التلوث، التي لا يتأثر بها توازن النظام الإيكولوجي، ولا يكون مصحوبًا بأي أخطار أو مشكلات بيئية رئيسية.

المطر الحمضى (Acid Rain)

يحدث عندما تتفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين، المنبعثة من مصادر التلوث المختلفة (مثل مصادر حرق الوقود من المصانع ومحطات توليد القوى ووسائل المواصلات) مع بخار الماء فى الجو؛ لتتحول إلى أحماض و مركبات حمضية ذائبة تبقى معلقة فى الهواء، حتى تتساقط مع مياه الأمطار (أو الضباب او الثلوج او البرد) مكونة ما يعرف بالأمطار الحمضية التي تحتوي على نوعين رئيسيين من الأحماض القوية وهما حمض الكبريتيك وحمض النيتريك. ويتسبب المطر الحمضي في عديد من الأضرار البيئية.

الهواء Air

هو الخليط من الغازات المكونة له بخصائصه الطبيعية ونسبه المعروفة ،وهو الهواء الخارجي والهواء في الأماكن المغلقة .

الملوثات الثانوية للهواء Air Secondary Pollutants

هي تلك الملوثات التي تنتج عن وجود ملوثات أولية في الهواء Primary Pollutants وتتكون هذه الملوثات نتيجة للتفاعلات الكيميائية للملوثات الأولية في

وجود الأكسجين والنتروجين وبخار الماء واشعة الشمس وغيرها، ومن أشهر ملوثات الهواء الثانوية الضباب (الدخاني والكيموضوئي) والمطر الحمضي.

الطحالب Algae

الطحالب كائنات إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية، تعتمد على غذائها على ضوء الشمس؛ حيث تقوم بعملية البناء الضوئي ، وللطحالب دور مهم في المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة؛ لسبب، وهو أنها في بحيرات الأكسدة بإنتاجها الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي تستهلك ثاني أكسيد الكربون، وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس خلال النهار ، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية والمختلطة .

ونمو الطحالب غير المرغوب فيها ، وأيضًا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالأسماك نتيجة للاختناق ، ولو تسربت للارض تسبب تلوثًا للمياه الجوفية .

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الأجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء، وما هو مقام فيها من منشآت أو مشاريع ثابتة أو متحركة.

الغلاف الجوي (Atmosphere)

هو الجزء الغازى الذى يحيط بالكرة الأرضية، ويتكون هذا الغلاف من النيتروجين (بنسبة ٧٩.١٪) والأكسجين (بنسبة ٢٠.٩٪)، بالإضافة إلى كميات صغيرة من ثانى أكسيد الكربون (بنسبة ٠.٠٣٦٪)، وغازات أخرى بتركيزات قليلة جدًّا أهمها (بخار الماء والهيدروجين والهليوم والأرجون والكربتون).

ويتكون الغلاف الهوائى من أربع طبقات طبقاً للخواص الكيميائية والحيوية:

١ - التروبوسفير (Troposphere).

٢ - الستراتوسفير (Stratosphere).

٣ - الميزوسفير (Mesosphere).

٤ - الثرموسفير (Thermosphere).

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية ، يتكاثر معظم أنواعها بالانقسام الثنائي، وعلى الرغم من ذلك، فإن هناك أنواعًا من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع . وحتى الآن يوجد آلاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة ، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئسية تبعا لشكلها، وهي: الكروية والأسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية (اللولبية). وتعد البكتريا من أكثر الكائنات المرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي أو الصناعي، لان أعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف، كما أن للبكتريا دورًا مهمًا وأساسيًا في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي .

التحلل (الهدم) الحيوي Biodegradation

هو تحلل أو هدم للمادة (القابلة للتحلل بيولوجيا) بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

الاكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بالأكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة ، وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية، وفي المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي، ومعالجة الرواسب الصلبة (الحمأة) .

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

يعتبر الأكسجين الحيوي المستهلك من أهم الاختبارات التي تحدد كفاءة المعالجة البيولوجية ، فقيمة الأكسجين الحيوي المستهلك تحدد بدقة قيمة الحمل العضوي الموجود في المياه (مقدار التلوث العضوي). ويعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا، ويقدر بالمليجرام لكل لتر .

الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وهو التلوث الحادث بفعل الكائنات الحية الدقيقة، مثل: الفيروسات والبكتريا والطفيليات التي تنتشر بشكل كبير في البيئات المختلفة مسببة أضرارًا للإنسان وبيئته ، وأيضًا التلوث الذي تحدثه الكائنات الأخرى التي تعد آفات زراعية أو صحية على الإنسان والحيوان أو النبات، مثل النباتات المائية الضارة كورد النيل.

التلوث البيولوجي Biological Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات والطحالب في المياه. وتنتج هذه الملوثات، في الغالب، عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي، ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بمواد التطهير المختلفة، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة.

المعالجة الحيوية Bioremediation

هي استخدام الكائنات الحية لتنظيف بقع الزيت أو إزالة الملوثات الأخرى من التربة، أو من الماء أو المجاري المائية، أو لتنقية مياه الصرف، وأيضًا استخدامها لمقاومة

وإزالة الآفات الصحية والزراعية أو استعمالها كمضادات لأمراض الأشجار والنباتات والحيوانات .

الغلاف الحيوى (Biosphere)

الحيز الذى توجد به الحياة في الكرة الأرضية، ويضم هذا الغلاف الحياه فى أعماق المحيطات و على سطح الأرض وعلى قمم الجبال، ولا يزيد أقصى سمك له عن ١٤كم . ويشمل الغلاف الحيوى جميع الكائنات الحية على اختلاف أنواعها.

ويمكن تعريفها أيضًا بأنها هي تلك الطبقة الرقيقة من التربة والماء والهواء التي تغطي سطح الكرة الأرضية وتتواجد فيها كل صور الحياة.

C

مادة مسرطنة Carcinogen

أي مادة يمكن أن تسبب في إحداث أو تفاقم السرطان .

الأكسجين الكيمائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيمائي المستهلك بأنه كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي .

ولهذا، فإن الأكسجين الكيمائي المستهلك يعتبر قياسًا للمواد العضوية الموجودة في المياه الملوثة كمياه الصرف (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيًّا وغير القابلة للتحلل بيولوجيًّا)، لذلك فقيمة الأكسجين الكيمائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك، ولا يمكن أن يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي .

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية؛ مما يغير من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء

وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية، أو الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية؛ مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

كلورو فلورو كربون (CFCs)

هى عائلة من المركبات العضوية، تتكون من الكلور والهيدروجين والفلور والكربون تستخدم على نطاق واسع فى المبردات ومكيفات الهواء، وتستخدم أيضاً كمذيبات عضوية وكمادة دافعة للأيروسولات وفي المواد العازلة ومواد التغليف. وتتصاعد مركبات الكلوروفلوروكربون في الحالة الغازية إلى طبقات الجو العليا (طبقة الستراتوسفير) حيث تتحلل مركبات الكلوروفلوروكربون بفعل الأشعة فوق البنفسجية القوية فتتحرر ذرات الكلور لتتفاعل مع الأوزون (في طبقة الأوزون)؛ فيتسبب ذلك في اضمحلال طبقة الأوزون فيما يعرف بثقب الأوزون.

الإنتاج الأنظف Cleaner Production

طرق في الإنتاج الصناعي يتم مراعاة أن يتنج عنها الحد الأدنى الممكن من التلوث. وتعتمد طرق الإنتاج الأنظف على تقليل تولد المخلفات من المنبع (Waste Minimization)، مقابل ترك المخلفات أن تتولد ثم يتم التفكير في معالجتها والتخلص منها بعد ذلك. ويتميز الإنتاج الأنظف أنه يحقق كفاءة أكبر للعملية الإنتاجية، حيث يتم فيه ترشيد استخدام الموارد من المواد الخام والماء والطاقة على مقدار الحاجة؛ بحيث لا يتم فقد الكثير من المخلفات من هذه العملية الإنتاجية. ويشمل الإنتاج الأنظف أيضاً استرجاع بعض المخلفات المفيدة في العملية الإنتاجية، بدلاً من التخلص منها. ويحاول كثير من الصناعات الحديثة تطبيق مبدأ الإنتاج الأنظف؛ حيث إنه يعفيها من كثير من المسئوليات البيئية، كما يحقق لها كثيرًا من الفوائد الاقتصادية.

الكائنات الحية المستهلكة Consumers

وهي التي تستعمل المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وهي بذلك تعتبر غير ذاتية التغذية Heterotrophs؛ لأنها

غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية، وهي تشتمل على الحيوانات والفطريات ومعظم البكتريا، ويتم تصنيف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدر غذائها إلى آكلات الأعشاب، وآكلات اللحوم وآكلات الأعشاب واللحوم.

D

التلوث الخطر Dangerous Pollution

التلوث الخطر هو درجة من درجات التلوث الذي بدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية، حيث إن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج.

المخلفات الخطرة Dangerous Waste

تتكون من المواد المطروحة التي قد تهدد صحة البشر والبيئة. ويعد المخلف خطرًا إذا ما تسبب في تآكل المواد الأخرى، أو انفجر، او اشتعل بسهولة، أو تفاعل بشدة مع الماء، أو كان سامًا. وتشمل مصادر المخلفات الخطرة: المصانع والمستشفيات والمعامل، وفي مقدورها أن تتسبب في إحداث الإصابات الفورية، إذا ما تنفسها الناس أو ابتلعوها أو لمسوها.

التعريف الشامل للتلوث Definition of Pollution

التعريف الشامل للتلوث يشمل كل النقاط التالية :

أي تغيير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير ضار على الهواء أو الماء أو الأرض، أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة.

هو تدمير أو تشويه النقاء الطبيعي لكائنات حية أو لجمادات بفعل عوامل خارجية منقولة عن طريق الجو أو المياه أو التربة

هو كل تغيير كمي أو كيفي في مكونات البيئة الحية أو غير الحية، لا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها.

هو كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار تلك الموارد.

هو إدخال أي مادة غير مألوفة إلى أي من الأوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغيير في نوعية وخواص تلك الأوساط.

إدخال مواد أو طاقة بواسطة الإنسان سواء بطريق مباشر أو غير مباشر إلى البيئة بحيث تترتب عليها آثار ضارة، من شأنها أن تهدد الصحة الإنسانية، أو تضر بالموارد الحية أو بالنظم البيئية، أو تنال من قيم التمتع بالبيئة إو تعوق الاستخدامات الأخرى المشروعة لها.

التصحر Desertification

التصحر هو فقدان للتربة لقدرتها البيولوجية؛ حيث يؤدي إلى تدهور الأرض في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها، ويؤدي ذلك إلى فقدان قدرة الأرض على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية.

التلوث المدمر Destructive Pollution

يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام الإيكولوجي، ويصبح غير قادر على العطاء نظرًا لاختلاف مستوى الاتزان بشكل جذري. وقد ينهار النظام البيئي كليًا من تأثير التلوث المدمر، ويحتاج إلى عدة سنوات طويلة لإعادة اتزانه.

الديوكسين (Dioxins)

مجموعة مواد خطرة سامة ومسببة للسرطان، وهي من الناحية الكيمائية مواد عضوية تتكون من حلقتين من حلقات البنزين. تنتج مواد الديوكسين كمنتج ثانوي من إنتاج نوع من أنواع مبيدات الأعشاب، كما تنبعث مواد الديوكسين كنتيجة لحرق المواد العضوية المكلورة (مثل مخلفات البلاستيك من نوع PVC) والتي توجد في القمامة والمخلفات الصناعية. وتتميز مواد الديوكسين بشدة السمية؛ حيث إن تركيزات منخفضة نسبيًّا من الديوكسين تعتبر جرعات قاتلة لكثير من الكائنات الحية.

التخلص Disposal

حرق أو ترسيب أو حقن أو تصريف أي نفايات أو مواد خطرة أو مشعة أو أحد مكوناتها في حالاتها الغازية أو السائلة أو الصلبة إلى أحد الأوساط البيئية (التربة أو الهواء أو المياه بما فيها المياه الجوفية) بطريقة مقصودة أو غير مقصودة، أو بطريقة مباشرة أو غير مباشرة..إلخ.

الجفاف Drought

ظاهرة يحدث فيها نقص شديد في تساقط الأمطار وجفاف الطقس لفترات زمنية طويلة؛ مما يؤدي إلى نقص موارد الماء وتدهور الأراضي الزراعية وتصحرها وتأثر الثروة الحيوانية، وبالتالي حدوث المجاعات والنقص الشديد في توافر المواد الغذائية. وعلاقة ظاهرة الجفاف بالتصحر والأنشطة التنموية علاقة معقدة. وتحدث ظاهرة الجفاف عادة في الأماكن المعرضة للتصحر وتجريف الأرض الزراعية، ويكون ذلك نتيجة ظاهرة البيت الزجاجي والتغيرات المناخية. ويؤدي نقص الرقعة الزراعية وإزالة الغابات إلى تغير حرارة الطبقة العليا للتربة ورطوبة الهواء، ومن ثم يؤثر في مسارات الكتل الجوية وبالتالي تساقط الأمطار.

E

الانبعاث Emission

هو تشتت المادة خارج منطقة التطبيق الفعلية ، وقد يكون هذا التحرك غير المرغوب فيه راجعًا للانجراف ، ويعبر أيضًا عن التلوث المنصرف في الغلاف الجوي من المداخن وغيرها من المنافذ، مثل: مسطحات لوازم الأنشطة التجارية والصناعية ومواقد ومداخن المنازل ومواتير المركبات والقاطرات او البخار المنطلق من الطائرات .

معالجة نهاية الأنبوب End of Pipe Treatment

التقنيات التي تستخدم لتقليل انبعاث الملوثات من منشأة أو نشاط وذلك بعد تولد هذه المخلفات، مثل: معالجة الصرف الصحي، والصرف الصناعي، ووضع مرشحات على المداخن. ومبدأ معالجة نهاية الأنبوب هو مقابل لمبدأ الإنتاج الأنظف، الذي يمنع أو يقلل تولد المخلفات من البداية

لبيئة (Environment)

عرفت البيئة بعدة تعريفات، فعرَّفتها هيئة حماية البيئة الأمريكية بأنها «مجموعة لعناصر (والمنظومة المعقدة التي تجمعها) التي تجعل الأشياء والظروف المحيطة بحياة لأفراد والمجتمعات كما يتم معاينتها». وعرفها الاتحاد الأوروبي أنها «هي إجمالى الأشياء لتى تحيط بحياة الإنسان وتؤثر في الأفراد والمجتمعات». وتشمل البيئة على ذلك الموارد لطبيعية (البيئة الطبيعية) من الهواء والماء والتربة والمباني الحضرية (البيئة الحضرية) والظروف المحيطة بمكان العمل (بيئة العمل)، وتشمل كذلك الكائنات الحية من نبات وحيوان والكائنات المجهرية.

تقييم التأثير البيئي (Environmental Impact Assessment)

دراسة يتم فيها تحليل والحكم على التأثيرات البيئة المختلفة (سواء كانت مؤقتة أو دائمة) لنشاط تنموي معين، ويتم إعداد هذه الدراسة في مرحلة التخطيط (أي ما قبل

تنفيذ هذا النشاط). ويتم في تقييم التأثير البيئي بحث الخيارات المختلفة لتنفيذ هذا النشاط من حيث تأثيراتها المختلفة على مكونات النظام البيئي، ويشمل ذلك التأثيرات الكيميائية والفيزيائية والحيوية كما يشمل التأثيرات الاجتماعية. وتهدف دراسة تقييم الأثر البيئي إلى إبراز هذه التأثيرات البيئة لصناع القرار، لكي يضعوا العواقب البيئية والاجتماعية التي يمكن أن تترتب، على إقامة هذا النشاط في الاعتبار، ومن ثم يتخذون القرار المناسب بشأنه. في بعض الدول يكون تقييم الأثر البيئي جزءًا من شروط منح الترخيص للأنشطة التنموية، وفي بعض الدول يتم عرض نتائج الدراسة على المجتمع المحلي، الذي يحتمل أن يتأثر بالنشاط لاستفتائه على تنفيذ هذا النشاط.

المراقبة البيئية الحيوية Environmental Biological Monitoring

هي استخدام الكائن الحي في المراقبة البيئة؛ حيث إن وجود الملوث داخل الكائن الحي يعكس، ويدل على مستوى الملوث بالبيئة المحيطة بالكائن الحي .

F

السلسلة الغذائية (Food Chain)

مجموعات من الكائنات الحية بحيث تتميز بمستويات غذائية متلاحقة في مجتمع معين من الكائنات الحية، بحيث تنتقل الطاقة بين هذه المستويات عن طريق التغذية، فتدخل الطاقة هذه السلسلة عن طريق تثبيت المواد الأولية (التي ينتجها النبات)، التي تتغذى عليها الحيوانات آكلة العشب، ثم تنتقل بعد ذلك إلى الحيوانات الآكلة للحوم. وعندما يتلوث أحد مكونات السلسلة الغذائية بملوث مقاوم للتغير (مثل المعادن كالزئبق والكادميوم مثلاً) فينتقل ذلك الملوث خلال السلسلة الغذائية وينتشر، ويتنج عن ذلك ما يعرف بالتركيز الحيوي.

G

الانبعاثات الغازية Gaseous Emissions

مواد قد توجد على شكل أبخرة أو غازات أو أتربة أو متطايرة، والتي تنبعث من:

(أ) مصادر ثابتة كالمصانع والكسارات والمحاجر وأعمال الهدم والبناء ومحارق ومرادم النفايات.

(ب) مصادر متحركة كوسائل النقل المختلفة.

(ج) مصادر طبيعية كالغبار والشوائب الدقيقة الناجمة عن الرياح والعواصف أو الانبعاثات الناجمة عن تسرب الغاز الطبيعي أو البراكين.

(د) مصادر أخرى كالغازات الصادرة عن الأجهزة والمعدات الكهربائية، المبيدات، الأسمدة العضوية والكيميائية، التدخين، أجهزة التبريد وتكييف الهواء ومرذات الأيروسولات وغيرها.

الهندسة الوراثية Genetic Engineering

مصطلح يُطلق على التقنية التي تغير المورِّثات (الجينات) الموجودة داخل جسم الكائن الحي. تحتوي خلايا كل الكائنات الحية على مجموعة من هذه المورثات، التي تحمل معلومات كيميائية تحدد خصائص وصفات هذا الكائن. وقد استطاع العلماء - عن طريق تغيير مورثات الكائن الحي - إكساب الكائن وأحفاده سِمَات مختلفة.

ظاهرة تأثير البيت الزجاجي (Greenhouse Effect)

تأثير يحدث بسبب غازات متعددة تنبعث من مصادر التلوث (يطلق عليها مصطلح غازات البيت الزجاجي)، بحيث تحدث تأثير غلاف حول الأرض يسمح بدخول أشعة الشمس، فتعمل على تسخين الأرض؛ فتنبعث من الأرض موجات حرارية (أشعة تحت حمراء) إلى الفضاء الخارجي، ولكن تمتص غازات البيت الزجاجي هذه الأشعة تحت الحمراء، وتمنع خروج معظمها من الغلاف الجوي للفضاء الخارجي. ويشبه هذا التأثير

التأثر الذي يحدثه البيت الزجاجي (أو الصوب الزراعية) في المزروعات للحفاظ عليها في درجات حرارة محددة. وقد تسببت ظاهرة البيت الزجاجي في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري . وغازات البيت الزجاجي الرئيسية، هي: ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والميثان والاوزون وأكسيد النيتروز، والغازات العضوية مثل الكلوروفلوروكربون (CFCs)، التي تنبعث من مصادر التلوث المختلفة مثل المصانع ومحطات توليد الطاقة وسائل النقل.

المياه الجوفية Groundwater

هي تلك المياه الموجودة تحت منسوب سطح الأرض ، وتشغل كل أو بعض الفراغات الموجودة في التكوينات الصخرية، وهي في الأصل جزء من مياه الأمطار أو مياه الأنهار أو المياه الناتجة عن ذوبان الجليد وتسرب قسمًا من مياهه إلى باطن الأرض مكونة المياه الجوفية .

H

المعادن الثقيلة Heavy Metals

تعرف المعادن الثقيلة بأنها تلك العناصر، التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء ٥ جم / سم٣ المكعب، وهي لها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها. كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

وجميع هذه المعادن تشترك كثيرا في صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على آثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكادميوم منشؤها خطر على الصحة العامة، بينما المعادن الأخرى مثل الكروم والحديد والنحاس. تقتصر آثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة، ولهذا فهي أقل خطرًا من المعادن الأخرى كالرصاص، الذي زاد انتشاره في الآونة الأخيرة وأصبح موجودًا بكثرة في الماء والهواء والغذاء.

I

الملوثات الصناعية Industrial Pollutants

وهي الملوثات التي تسبب الإنسان بحدوثها، من خلال نشاطه الصناعي والزراعي والتجاري، مثل: الغازات والأبخرة والصرف السائل والمواد الصلبة التي تتخلف من المصانع أو الهواء الملوث الناتج من عوادم السيارات، وأيضًا المخلفات التي تنتج من أنشطة الناس ومعيشتهم.

العوامل المسببة للعدوى مسببات الأمراض Infectious agents

من أهم عوامل العدوى المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والبروتوزوا (الأوليات) أو الطفيليات الأولية، وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الأمراض، فالبكتريا مثلاً تسبب مرض الكوليرا، والفيروسات تسبب مرض الالتهاب الكبدي الوبائي، والبرتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الأميبية .

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والأملاح والعناصر الثقيلة وتتميز هذه المواد غير العضوية بأنها ثابتة لا تتحلل.

L

المخلفات السائلة Liquid Wastes

المواد ذات الطبيعة السائلة وشبه السائلة الناتجة عن أنشطة المساكن أو المجمعات السكنية أو المحلات التجارية أو المؤسسات العامة والخاصة أو المطاعم أو المصانع والورش والمعامل، بما فيها مخلفات الصرف الزراعي والصناعي.

التلوث المحلي Local Pollution

هو التلوث الهوائي الذي يرتبط بأماكن محددة ، كالتلوث الذي يحدث لمدينة أو منطقة صناعية محددة أو غيرها.

N

الملوثات الطبيعية Natural Pollutants

هي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة، التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على الطقس ، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة ، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو أو الكائنات الحية الدقيقة الضارة .

O

المواد العضوية Organic Matters

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي أيضًا على الهيدروجين وقد تحتوي على الأكسجين والنتروجين. ومن أمثلة هذه المواد النشويات والدهون والبروتينات، والمواد العضوية قابلة للتحلل إلى مواد أخرى بسيطة وإلى غازات بواسطة البكتريا والكائنات لحية الدقيقة.

الاوزون Ozone

جزيء مبنى من ٣ ذرات أكسجين، وينتج من نشاط الأشعة الفوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. وتكون طبقة الأوزون موجودة في الجو على ارتفاع١٥-٣٠ كم. وأهمية طبقة الأوزون في أنها تحد من وصول الأشعة الفوق البنفسجية إلى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة.

طبقة الأوزون (Ozone Layer)

هى جزء من الغلاف الجوى الذى يحيط بالكرة الأرضية. تتكون طبقة الأوزون من غاز الأوزون وهذا الغاز يتكون من ثلاثة ذرات أكسجين مرتبطة ببعضها ويرمز إليها بالرمز الكيميائى O_3 . وتعمل طبقة الأوزون على حماية الحياة على سطح الأرض عن طريق حجب وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة، التي تنبعث من الشمس من دخول الغلاف الجوي. وتوجد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي الأوسط (الستراتوسفير Stratosphere) على بعد حوالي ١٥ ميلاً من سطح الأرض. ومؤخراً تعاني طبقة الأوزون من النضوب بسبب الغازات المنبعثة من الأرض خاصة غازات الكلوروفلوروكربون (CFCs) التي تستخدم في الأيروسولات والثلاجات والمبردات وكمنظفات في العديد من الصناعات، وتستخدم في طفايات الحريق. يحدث الضرر لطبقة الأوزون عندما تنبعث من هذه المواد الكيماوية مركبات من الكلور والبروم شديدة القابلية للتفاعل. ومن هذا نشأ ما يعرف بثقب الأوزون حيث أنه ظهر فوق القارة المتجمدة الجنوبية كثقب في صور الأقمار الصناعية؛ حيث انخفض تركيز الأوزون في هذا المكان بحوالي ٤٠٪ خلال الثلاثين سنة الماضية، ويتواجد ثقب الأوزون أيضاً فوق كندا والمناطق الشمالية من الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا.

P

مركبات البوليكلورينيتيد بيفينيل (بي سي بيس) (PCBs)

مجموعة من المركبات العضوية تستخدم في صناعة البلاستيك، كما ينتشر استخدامها في صناعة الموصلات والمكثفات الكهربية. وتعتبر مواد سامة للكثير من الأحياء المائية، وتتميز بكونها مادة مستقرة تستقر في الأنسجة الحية للكائنات الحية، وتنتشر في السلسلة الغذائية . بالإضافة إلى كون بعض أنواعها مواد مسببة للسرطان (مسرطنة). ومن الناحية الكيميائية فهي مركبات عضوية مكلورة تحتوي على جزيء بيفينيل. وتضع الكثير من الدول محددات على استخدام البي سي بيس ومعايير للتخلص منه؛ لآثاره الضارة على توازن النظام الإيكولوجي.

الثبات Persistence

هو طول فترة بقاء المركب في البيئة، وقد تكون فترة الثبات أقل من ثانية، وقد تمتد لعدة سنوات، وقد تكون غير محددة .

المبيدات (Pesticides)

هى مواد كيميائية تقضى على الكائنات الحية غير المرغوب فيها، ومنها المبيدات الحشرية (Insecticides) التي تستخدم في مكافحة الحشرات الضارة، والمبيدات العشبية (Herbicides) التي تستخدم في مكافحة الأعشاب الضارة، والمبيدات الفطرية (Fungicides) التي تستخدم في مكافحة الفطريات الضارة التي تسبب مرض النبات ومبيدات القوارض(Rodenticides)، التي تستخدم في مكافحة الفئران وسائر القوارض الضارة. وهناك بعض المبيدات التي تستخدم في تطبيقات صناعية مختلفة مثل مبيدات الطحالب ومبيدات الجراثيم وغيرها. تشترك المبيدات في كونها تتدخل لوقف العمليات الحيوية في الكائن الحي غير المرغوب فيه بشكل او بآخر، لذا فهي تعتبر سامة. تعتبر المبيدات الكيميائية ملوثات خطيرة للغلاف الجوي والبيئة المائية، كما تعمل عادة على قتل عديد من الكائنات الحية غير المستهدفة مع الكائنات الضارة المستهدفة. ويمكن تقسيمها من الناحية الكيميائية الناحية الكيميائية إلى قسمين رئيسيين: المبيدات التي يدخل فيها الكلور (Chlorinated Pesticides)، ومن أشهرها الدي دي تي (DDT)، والمبيدات الفوسفورية العضوية (Organophosphorous Pesticides)، ومن أشهرها الباراثيون .(Parathion)

التلوث الفيزيائي Physical Pollution

هو التغير في المواصفات القياسية والخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي.

الملوثات Pollutants

هي كل العناصر والعوامل الضارة التي تطلق في الغلاف الجوي، أو تقذف في الغلاف المائي أو تنثر فوق الغلاف الأرضي وتحدث خللاً في النظام البيئي . وهي إما أن تكون غازية ممثلة في الغازات والانبعاثات الضارة التي تطلقها عوادم السيارات أو ما يتصاعد من مداخن المصانع ووسائل التدفئة وحرق القمامة والبراكين وغيرها، وقد تكون سائلة ممثلة في المياه العادمة (مياه الصرف) التي تقذفها المصانع في المجاري المائية وتصريف مياه المجاري والصرف الزراعي المحمل بالمبيدات الحشرية وغيرها، وقد تكون صلبة ممثلة في نفايات المصانع، بما في ذلك المخلفات الصناعية والزراعية والمخلفات البلدية كالقمامة وغيرها من المخلفات .

تلوث المصدر المحدود Pollution of Limited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات ،مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخًا في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا بتلوث المصدر المحدود.

تلوث المصدر اللامحدود Pollution of Unlimited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات من مناطق واسعة ، ففي مقدور الماء الجاري في المزارع أن يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى التلوث الصادر عن مثل هذه المناطق الواسعة بتلوث المصدر اللامحدود.

الملوثات الأولية Primary Pollutants

ويقصد بها الملوثات التي تنطلق من مصدر التلوث في صورة أولية، وتظل كما هي دون تغيير في خواصها الفيزيائية أو الكيميائية إلى إن تصل المكان الذي سيصيبه التلوث ،

ومن أمثلتها ملوثات الهواء الأولية، مثل: أول وثاني أكسيد الكربون، وأكسيد النتروجين، ومعظم الهيدروكربونات والمواد العالقة .

حماية البيئة Protection of Environment

هو المحافظة على البيئة وعلي مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث او الإقلال منه او مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها؛ خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية كل تلك المكونات والارتقاء بها.

R

التلوث الأشعاعي Radioactive Pollution

وهو تلوث الماء باي مادة ذات نشاط إشعاعي ، وهذا النشاط الإشعاعي يمكن ان يحدث خللاً أو ضررًا بيئيًا أو عدم اتزان بيئي. ومصدر هذا التلوث يكون،غالباً، عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية، أو عن طريق التخلص من هذه النفايات، في البحار والمحيطات والأنهار. وفي الغالب لا يُحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية؛ مما يجعله أكثر الأنواع خطورة، حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه، في غالب الأحوال، وتتراكم فيه، ثم تنتقل إلى الإنسان، أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة، منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.

إعادة التدوير (Recycling)

طريقة لاسترجاع المواد النافعة من المخلفات بحيث يتم فصل هذه المواد ومعالجتها (إذا تطلب الأمر) ثم إعادة تصنيعها.وتحقق إعادة التدوير عديدًا من الفوائد الاقتصادية والبيئية، باسترجاع كميات من المخلفات، كان يتم التخلص منها، واستغلالها اقتصاديًا كما يعمل ذلك على توفير جزء من الثروات، التي تستخرج من باطن الأرض من النفط والمعادن.

المواد العضوية التخليقية Refractory Organics

مثل الفينول والمبيدات الزراعية المختلفة والمركبات العضوية المعقدة ، مثل نواتج المطهرات الثانوية وهذه المواد غير قابلة للتحلل بيولوجيا، وتحتاج إلى معالجة كيمائية وفيزيائية لإزالتها ، وتراكم هذه المواد يسبب ضررًا شديدًا بالبيئة المائية، كما تعد كثير من هذه المركبات من المركبات السامة للأحياء المائية .

التلوث الإقليمي Regional Pollution

هو التلوث الهوائي الذي يشمل منطقة كبيرة تضم عدة دول أو حتى قارة بأكملها ، مثل تلوث حوض البحر الأبيض المتوسط او تلوث قارة أوربا .

S

الدفن الصحى للمخلفات (Sanitary Land filling)

طريقة هندسية للتخلص من المخلفات في الأرض بطريقة لا تسمح بتلوث البيئة. ويتم الدفن الصحي للمخلفات بملء حيز معين من الأرض بهذه المخلفات وتخزينها في هذا الحيز لفترة معينة؛ حتى يتم تحللها إلى المواد الأولية، وتصبح غير خطرة. وتتم عملية الدفن الصحي بنشر المخلفات على الأرض، ثم دمكها وتغطيتها في خلايا متتابعة. ويتم عادة عزل الأرض التي يتم استخدامها للدفن الصحي عن البيئة المحيطة لمنع تسرب السوائل، التي تخرج من المخلفات إلى التربة المحيطة والمياه الجوفية.

تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد أو عوامل غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية، أو إضافة عوامل بيولوجية ضارة؛ مما يؤدي إلى التغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي والبيولوجي للتربة .

المخلفات الصلبة Solid Wastes

المواد الصلبة أو شبه الصلبة التي تخلف عن الأنشطة البلدية أو الصناعية أو الزراعية أو المستشفيات أو مخلفات الهدم والبناء، ويتم التخلص منها عند مصدر تولدها كمخلفات ليست ذات قيمة، وإن كان من الممكن أن تكون لها قيمة في موقع آخر أو ظروف أخرى؛ بما يوفر الأوضاع المواتية لعمليات إعادة الاستخدام أو التدوير.

T

الإعصار Tornado

هي عواصف هوائية دوَّارة حلزونية عنيفة، تنشأ عادة فوق البحار الاستوائية، ولذا تعرف باسم الأعاصير الاستوائية أو المدارية أو الأعاصير الحلزونية؛ لأن الهواء البارد (ذا الضغط المرتفع) يدور فيها حول مركز ساكن من الهواء الدافئ (ذي الضغط المنخفض)، ثم تندفع هذه العاصفة في اتجاه اليابسة، فتفقد من سرعاتها بالاحتكاك مع سطح الأرض، ولكنها تظل تتحرك بسرعات قد تصل إلى أكثر من ٣٠٠ كيلو متر في الساعة. ويصل قطر الدوامة الواحدة إلى ٥٠٠ كيلو متر، وقد تستمر لعدة أيام إلى أسبوعين متتاليين . ويصاحبها تكوُّن كل من السحب الطباقية والركامية إلى ارتفاع ١٥ كيلو متراً، ويتحرك الإعصار في خطوط مستقيمة أو منحنية فيسبب دماراً هائلاً على اليابسة بسبب سرعته الكبيرة الخاطفة، ومصاحبته بالأمطار الغزيرة والفيضانات والسيول، بالإضافة إلى ظاهرتي البرق والرعد، كما قد يتسبب الإعصار في ارتفاع أمواج البحار ويدمر القرى والمدن.

W

حرق المخلفات Waste Combustion

هو أي نوع من أنظمة المعالجة الحرارية للمخلفات التي تهدر الموارد وتبعث ملوثات. وتتضمن تلك الأنظمة التكنولوجيات التى تعتمد على الاحتراق، والانحلال الحراري والتحويل الحراري إلى غازات. وينتج عن أنظمة الانحلال الحراري وتحويل المخلفات إلى ديوكسين (Dioxins) وفوران (Furans) والملوثات العالقة الأخرى.

تلوث الماء Water Pollution

يقال ان الماء ملوث إذا ما احتوى على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، وبذلك يصبح غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

معالجة النفايات Waste Treatment

طريقة أو تقنية تستخدم لتغيير الصفات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للنفايات، وتستعمل لتقليل أضرار النفايات، أو الاستفادة من المواد أو الطاقة الموجودة فيها، أو المتحررة منها، أو تستعمل لتحويل النفايات الخطرة إلى نفايات غير خطرة، أو اقل خطورة أو أكثر أماناً، عند النقل أو التخزين أو التخلص أو تهيئتها؛ بغرض تخزينها أو التقليل من حجمها.

مراجع الكتاب

المراجع العربية

١- طرق الاستفادة من القمامة المخلفات الصلبة والسائلة د/ محمد السيد أرناؤوط

٢- كتاب دورات الحياة والاتزان البيئي، أ.د. نظمي خليل أبو العطا موسى، دكتور الفلسفة في العلوم – جامعة عين شمس٢٠٠٥.

٣- المعالجة البيولوجية لمياه الصرف – أحمد السروي، الدار العلمية ٢٠٠٦ .

٤- الهندسة البيئية د/ فاضل حسن أحمد - جامعة عمر المختار – ليبيا .

٥- معالجة مياه الصرف الصناعي – أحمد السروي .دار الكتب العلمية ٢٠٠٧.

٦- المدخل إلى العلوم البيئية سامح غريبة ويحي الفرحان عمان، الأردن ١٩٨٧ .

٧- الكيمياء البيئية أحمد السروي، الدار العالمية للنشر ٢٠٠٨.

٨- المخلفات الصناعية وإعادة تدويرها للدكتور/ عبد اللطيف محمد أبو العطا الأستاذ بقسم الفيزياء ـ كلية العلوم ـ جامعة طنطا.

٩ ـ البلاستيك وتأثيراته الصحية والبيئية ـ للدكتور أحمد مجدى حسين مطاوع ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ سلسلة العلم والحياة ـ القاهرة ١٩٩٧ .

١٠ـ مجلة عالم الكيمياء ـ شعبة الكيمياء ـ نقابة المهن العلمية ـ إعداد مختلفة.

١١ – المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف، أحمد السروي، الدار العالمية للنشر ٢٠٠٨.

References

1- Environmental Chemistry Stanley E. Manahan 2004 .

2- Botkin, D. B, and Keller, E. A. (2003) Environmental Science. John Wiley, New York.

3- Dalrymple, C.W. (1995), Heavy Metals in Industrial Wastewater, PE Hydrologics Inc 101 S Platte Drive,Englewood, Colorado.

4- Air Pollution By Jeremy Colls Taylor & Francis Publisher 2002.

5- Environmental Chemistry B.Venkateswarlu -Kalayani Publisher 2000 .

6- Chemical Principles of Environmental Pollution By Brian J. Alloway, David C. Ayres 1997.

7-Introduction to Environmental Science W.HFreeman and Company , San Francisco 1980.

8- Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.

9-Persistent Organic Pollutants. Monitor 16. Swedish Environment Protection Agency, Stockholm. 1998.

10- Water Pollution Causes, Effect and Control PK.GOEL New age International limited publisher1997.

11- Paul Choi *et.al* Water , Air and Soil Pollution 1985.

فهرس الكتاب